

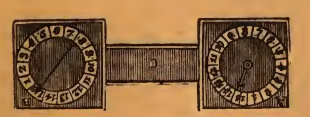
ENCYCLOPÉDIE-RORET.

TÉLÉGRAPHIE
ÉLECTRIQUE,

OU

TRAITÉ DE L'ÉLECTRICITÉ
ET DU MAGNÉTISME

Appliqués à la transmission des Signaux.



PARIS.

LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET,

RUE HAUTEFEUILLE, N° 12.

ENCYCLOPÉDIE-RORET

TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE.

L'ON TROUVE A LA LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET,

Rue Hautefeuille, 12,

Manuel de Galvanoplastie, ou Éléments d'Electro-Métallurgie, contenant l'art de réduire les métaux à l'aide du fluide galvanique, pour dorer, argenter, platiner, cuivrer, etc.; par M, SMEE, ouvrage publié par M. DE VALICOURT. 1 vol. de plus de 500 pages, orné de figures; prix : 3 fr. 50 c.

Manuel de dorure et d'argenture par la méthode électro-chimique et par simple immersion; par M. SELMI, publié par M. DE VALICOURT. 1 vol. 1 fr. 75 c.

Manuel d'Électricité médicale, suivi d'un **Traité sur la Vision**; par M. SMEE. 1 joli vol. orné de figures. 3 fr.

Manuel de Télégraphie électrique, par M. WALKER; ouvrage publié par M. MAGNIER. 1 vol. orné de figures. 1 fr. 75 c.

Photographie sur papier, par M. BLANQUART-EVRARD. 3 fr.

Manuel de Photographie, par M. DE VALICOURT. 1 vol. orné de figures. 3 fr. 50 c.

Nouveaux renseignements sur la Photographie sur papier, de M. BLANQUART-ÉVRARD; par M. DE VALICOURT. 1 fr.

Manuel du fabricant de Cadres, Passe-Partout, Châssis, Encadrement, etc., par M. DE SAINT-VICTOR. 1 volume orné de figures. 1 fr. 50 c.

Manipulations électro-chimiques appliquées aux arts et à l'industrie; par M. BRANDELY. 1 vol. in-8° orné de 6 planches; prix : 5 fr.

MANUELS-RORET.

NOUVEAU MANUEL COMPLET DE LA TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE,

OU

TRAITÉ DE L'ÉLECTRICITÉ ET DU MAGNÉTISME,

Appliqués à la transmission des Signaux,

Par Charles V. WALKER,
Directeur des Télégraphes de la compagnie du chemin de fer du sud-est en Angleterre;

Traduit de l'Anglais par M.-D. MAGNIER,
Ingénieur civil, auteur de plusieurs ouvrages d'arts industriels, traducteur de l'Électricité médicale, etc., etc.;

Suivi d'un Appendice

Contenant diverses espèces de télégraphes électriques, un Rapport de M. POUILLET, un aperçu général de la Télégraphie et des divers moyens de transmettre des signaux, des comparaisons et des appréciations des télégraphies aérienne et électrique, des recherches sur la vitesse de propagation de l'électricité,

ET DES RENSEIGNEMENTS SUR LA TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE ENTRE DOUVRES ET CALAIS.

OUVRAGE ORNÉ DE FIGURES.

PARIS,
A LA LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET,
Rue Hautefeuille, 12.
1851.

AVIS.

Le mérite des ouvrages de l'*Encyclopédie-Roret* leur a valu les honneurs de la traduction, de l'imitation et de la contrefaçon. Pour distinguer ce volume, il portera la signature de l'Editeur.

PRÉFACE.

Le peu de temps qu'il a fallu aux fils des télégr^phes lectriques pour se ramifier sur les continents, caractérise singulièrement cette invention. Il y a quelques ınnées seulement, nous ne connaissions cette admira›le découverte que par ouï-dire; elle ne franchissait ıas le cabinet du philosophe, dans lequel son existence estait confinée; on jetait un regard défiant à la main imide qui voulait en approcher, et il fallait pour la ıettre au jour, avoir la hardiesse de s'en emparer couageusement. Or, quoique les premiers pas aient été ›nts, la marche fut ensuite rapide et assurée. Wheattone a étudié et recherché avec soin le rapport existant ›ntre la force électrique et les corps magnétiques ou nagnétisés; il a théoriquement trouvé, et prouvé bientôt après, la valeur de ces rapports pour transmettre des signaux à distances. Il eut M. Cooke, homme doué de grandes connaissances pratiques et de beaucoup de persévérance, pour associé, et c'est à lui principalement que nous sommes redevables d'avoir eu, sur une grande échelle, la pratique de la théorie dont ils avaient ensemble reconnu la vérité. Il dirigea personnellement toutes les opérations des premiers télégraphes; on peut littéralement dire qu'il n'a vécu,

pendant un temps, que sur le chemin de fer, faisant son chez-soi et sa chambre à coucher d'un wagon.

Depuis lors, les progrès ont été si rapides, que l'on s'est tout-à-coup trouvé entouré d'un vaste système de télégraphes, avant même que d'avoir eu le temps de savoir ce qu'ils pouvaient faire et comment ils opéraient.

Mon but a été de fournir ces renseignements. Je me suis efforcé de rassembler dans les pages suivantes les données sur les dispositions et la marche des télégraphes électriques, tels qu'ils existent aujourd'hui en Angleterre. Je sais que plusieurs autres formes de télégraphes ont été publiées dans ce pays; mais, en majeure partie, ils n'ont pas été appliqués, ou ne l'ont été que d'une manière si restreinte qu'il ne nous est pas possible de leur assigner la place qu'ils tiendront plus tard dans le système général.

Si mes limites me l'avaient permis, il eut été intéressant de faire l'aperçu de tous les télégraphes électriques qui ont été proposés; il aurait été instructif de partir des idées ingénieuses, mais impraticables, des premiers inventeurs et d'arriver progressivement à la perfection du système actuel, nous aurions vu marcher le progrès et disparaître les difficultés.

Toutefois, je désirais tellement populariser la connaissance de cette admirable invention que j'ai dépassé les bornes que je m'étais imposées.

Je me suis servi, comme exemple d'un système de télégraphes, de celui de la *South-Eastern Railway Company*, qui répondait doublement à mon objet, puisque ses télégraphes sont utilisés au service du chemin de fer en même temps qu'aux besoins du public; puis, ayant eu, dès le commencement, la direction de ces télégraphes, j'étais parfaitement apte à rendre compte des ressources d'un semblable système.

Comme ce petit *manuel* peut tomber entre les mains, ici comme ailleurs, de personnes qui n'ont pas un chemin de fer avec un télégraphe, j'ai pensé qu'il serait bien de leur donner les dessins, pris sur place, de l'aspect général que présente l'intérieur de nos dispositions.

Si j'avais eu assez de place pour des anecdotes, j'aurais pu emplir page sur page d'incidents, mettant à même de se faire une idée du prix d'un télégraphe électrique, bien au-delà de tout ce qui est venu à l'oreille du public. Une seul journée du travail de nos soixante-dix-sept instruments serait un document curieux. Mais on se fait facilement une idée des ressources de cette *entité* mystérieuse appelée électricité, entité que nous nommons difficilement *chose*, car elle nous échappe encore, — nous ne pouvons ni la saisir, ni la séparer de la matière : nous sommes réduits à la considérer comme une *propriété*, mais encore ici ne voyons-nous pas clairement tous ses rapports. Quelque familiarisé que je sois avec ces opérations, je ne puis jamais voir un signal se transmettre sans tomber en admiration devant cette création prodigieuse, — qui se meut nous ne savons comment, et qui agit nous ne savons pourquoi; mais qui transporte au loin nos pensées aussi fidèlement que nous-mêmes, de manière à nous faire oublier, parfois, que ce qui se trouve, là, devant nous, n'est que du bois et du métal, et à nous faire imaginer, absorbé dans la contemplation de ce qui se passe, que l'instrument prend vie et parle avec nous.

CHARLES V. WALKER.

Tonbridge, 1er mars 1850.

AVIS DE L'ÉDITEUR.

A la suite de la traduction textuelle du Traité de M. Walker, nous avons mis un Appendice dans lequel sont rassemblés des documents récents et précieux, qui font de ce volume l'ouvrage le plus complet qui existe aujourd'hui sur la Télégraphie électrique.

TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE.

1. Dans notre traité de l'Electrotypie nous avons principalement étudié l'action des courants voltaïques durant leur passage dans les solutions aqueuses de certains sels métalliques. Ces solutions, ainsi traitées, subissent une décomposition et dégagent leurs éléments suivant des lois bien connues. Au moyen de ces lois, nous disposons très-facilement notre appareil pour extraire le métal de la solution qui le contient et lui faire prendre une forme quelconque.

2. Outre l'action dont nous venons de parler, les courants voltaïques en ont d'autres, et nous en avons mentionné quelques-unes dans l'introduction de notre traité; mais il n'était pas encore alors question de la propriété sur laquelle repose la construction des Télégraphes Electriques, c'est-à-dire le *rapport entre les courants voltaïque et magnétique*. Il est essentiel au but que nous nous proposons aujourd'hui d'avoir quelques connaissances générales de ce rapport, ainsi que de nous familiariser avec les trois principaux instruments qui forment un télégraphe électrique, — la BATTERIE VOLTAÏQUE, le GALVANOMÈTRE, et l'ÉLECTRO-AIMANT.

3. **Batteries voltaïques.** — La puissance motrice, ou la source de la force employée à transmettre des signaux est très-simple, et très-facile à conduire. Elle ne consiste en rien de plus que du *zinc*, du *cuivre*, et de *l'acide sulfurique étendu,* avec des vases et du sable siliceux pur. Cette dernière matière est passive et s'emploie principalement pour éviter l'épanchement du liquide.

Une combinaison voltaïque peut se faire de diverses manières; mais en tous cas elle exige une *triade*, ou la combinaison de trois choses, dont l'une, au moins, doit être un liquide; les deux autres, dans des vues d'application, sont généralement des métaux; telles sont les triades les plus ordinairement employées. Les combinaisons de deux liquides et d'un métal ne donnent que peu de force.

4. Enumérer toutes les combinaisons voltaïques *possibles* serait récapituler toutes les alternations et toutes les combinaisons que l'on pourrait faire de presque tous les corps simples et composés qui se trouvent dans un laboratoire de chimie; mais ceci nous éloignerait de notre sujet. Enumérer les quelques combinaisons voltaïques *pratiques*, — c'est-à-dire celles qui fournissent facilement une abondante quantité de la force en question — en formera un petit traité. J'en ai décrit quelques-unes dans « l'électrotypie » et les autres peuvent se trouver dans beaucoup d'ouvrages récents qui embrassent l'électricité voltaïque [1]. Le lecteur a donc la faculté de trouver partout les renseignements les plus complets dont il peut avoir besoin; quant à l'objet qui nous occupe, il suffira de la description d'une des plus simples combinaisons, car il a été reconnu, en pra-

[1] Le Manuel de Physique et le Manuel de Galvanoplastie de ne yclopédie Roret, contiennent tous les renseignements sur l'électricité..

tique, qu'une combinaison simple était préférable à toutes autres. Je vais reproduire la description d'une simple paire voltaïque, telle que je l'ai donnée dans l'ouvrage cité ci-dessus :

« Si l'on réunit, au moyen d'un fil métallique, un morceau de zinc et un morceau de cuivre, et qu'on les place dans un vase contenant de l'eau, acidulée par l'acide sulfurique, cet arrangement constituera une *couple voltaïque simple* EN ACTION.

« L'action dépend de la différence d'affinité chimique du liquide pour les métaux respectifs : le zinc sera plutôt dissous que le cuivre; en d'autres termes, l'eau (chacun sait qu'elle consiste en deux gaz, oxygène et hydrogène, chimiquement combinés) est décomposée; l'*hydrogène* se dégage à la surface de la plaque de *cuivre*, sous forme de gaz; l'*oxigène* se combine avec le zinc et forme un *oxyde de zinc;* cet oxyde s'unit à l'acide sulfurique, s'y dissout, et forme du *sulfate de zinc.* Dans *toutes* les combinaisons voltaïques, des actions analogues à celle-ci ont lieu. Le liquide excitant a *plus* d'affinité pour un métal que pour un autre. Le premier s'appelle métal *positif*, le second métal *négatif.*

« Durant la marche de la conversion chimique dont il vient d'être parlé, il s'opère un transport rapide d'électricité entre les deux métaux. L'électricité positive passe, *à travers le liquide, du zinc au cuivre,* et continue alors sa course en suivant le fil qui relie les deux métaux, pour retourner au zinc. Si le fil est rompu, le transport de l'électricité est interrompu, et les effets chimiques, quant à ce qui concerne l'électricité, cessent : l'hydrogène ne se dégage plus de la plaque de cuivre, et le zinc (soit pur ou amalgamé) n'est plus dissous. »

5. Par ce qui précède on peut voir que, quand la

combinaison est bien faite, la force — la force *voltaïque* — peut exister ou rester inactive, suivant que le rapport entre toutes les parties de la triade est complet ou interrompu. Ceci peut encore être mieux compris en considérant les trois choses arrangées comme les trois côtés d'un triangle — le zinc forme un côté, le cuivre un autre côté, et l'eau acidulée le troisième côté. Tant que le triangle est complet, les côtés étant unis sans solution de continuité, et tous se touchant aux coins, comme Δ (dont le côté gauche peut être pris pour le cuivre, le côté droit pour le zinc, et la base pour l'eau acidulée) ; tant qu'il en est ainsi, la force voltaïque dont on a besoin existe et se meut en course continue tout autour du triangle, en direction analogue à celle des aiguilles d'une montre dans leur mouvement ordinaire. Mais, dès que l'un ou l'autre des côtés du triangle est séparé, — soit le zinc, le cuivre, ou le liquide, — ou que l'un d'eux se trouve retranché des autres, la force cesse d'agir. Par exemple : si l'on interpose un morceau d'ivoire, de bois, de cristal, ou d'une autre substance que la force ne peut traverser, entre les métaux au sommet du triangle, toute action est interrompue ; cependant, en laissant ce morceau d'ivoire, nous pouvons encore rétablir l'action par un fil dont un bout communique avec le zinc et l'autre avec le cuivre. En ce cas le fil jouit de nouvelles propriétés, qui, même dans de petites proportions, peuvent se manifester d'une manière sensible et se constater par des moyens très-ordinaires; mais en augmentant ses proportions et en adoptant des dispositions qui multiplient ses effets, ils deviennent manifestes et très-prononcés. L'une des particularités d'un fil qui se trouve dans ces circonstances est de posséder des propriétés magnétiques ; il peut *convertir* le fer ou l'acier en *aimant*, et et il peut encore *faire mouvoir* l'acier déja *aimanté*.

Nous allons voir maintenant comment on doit employer le fil, et de quelle manière on peut multiplier et augmenter la force qu'il possède afin de produire d'une manière pratique ces effets, qui, en réalité, sont les deux effets dont nous ayons besoin dans nos télégraphes électriques. Le fil acquiert ces propriétés quelle que soit sa longueur — un pouce ou un mille; mais les effets varient en raison de cette longueur. On doit considérer en tous cas le fil, et c'est un fait réel, comme un *obstacle* à vaincre; plus il est *long*, et aussi plus il est *fin*, plus l'obstacle est *grand*. Cet obstacle, ou cette résistance, n'influe pas du tout sur la *rapidité* effective avec laquelle la force se meut, et c'est ce qu'il est très-important que nous sachions : il ne fait que réduire la *quantité qui se meut*, et diminue ainsi l'effet. En outre, quelle que soit la valeur de la force dans une partie quelconque du circuit, elle est la même dans toutes les autres; de telle sorte que, si le fil est plus gros dans un endroit quelconque du circuit, la résistance générale est diminuée, et il passe *plus de force* dans *chaque partie* du circuit dans un temps donné. Si le fil qui joint les deux métaux était plié comme le représente cette petite *fig.* Λ, la force monterait d'un côté jusqu'au sommet et redescendrait de l'autre; mais si on ajoutait en travers, de cette manière A, un autre fil de même grosseur, il ne passerait qu'une portion de la force par le sommet, le reste prendrait le plus court chemin; et, en somme, il en passerait plus dans cette position que dans l'autre. Si le bout qui traverse formait avec les autres un triangle équilatéral, deux tiers passeraient par là, et un tiers par le sommet.

6. On a trouvé qu'une simple triade était suffisante pour la majeure partie des besoins électrotypiques; mais le travail qu'il faut maintenant produire, et la

grande distance entre la *force* et le *travail*, exigent une succession de ces triades. Si l'on assemble du zinc et du cuivre par couples et qu'on les place dans une série de verres à boire, de manière que le zinc de chaque couple est dans un verre, pendant que le cuivre est dans le suivant, chaque verre ayant le cuivre d'une couple et le zinc d'une autre, les métaux ne se touchant pas et les verres contenant de l'eau acidulée, — nous avons une série voltaïque. En unissant les deux extrémités de la série avec un fil (§ 5) la force circule, et nous pouvons vaincre un plus grand obstacle qu'avec une triade; nous pouvons ainsi interposer une plus grande longueur de fil, et obtenir encore une force suffisante sur toute l'étendue du circuit. On peut exprimer par des équations la différence qui existe entre une simple combinaison et une série de combinaisons semblables. L'équation de notre petite triade est $F = \frac{E}{R}$; F est la force en circulation, E la valeur effective, ou la puissance électro-motrice, de la combinaison particulière employée, et R la résistance de ces trois côtés du triangle, — le zinc, le cuivre, et l'acide. Quand on emploie un fil de communication, il faut ajouter sa résistance, et l'équation devient $F = \frac{E}{R + r}$; r représente la résistance de ce fil; et plus la résistance, ou la valeur de r, est grande, et plus la valeur de F est moindre. Quand le nombre de la série augmente, nous multiplions la puissance électro-motrice; mais nous multiplions aussi la résistance R de chaque triade par le nombre de la série; et, en laissant le fil de communication en circuit, l'équation devient $F = \frac{nE}{nR + r}$; n représente le nombre de cellules.

La valeur de cette équation excède la dernière, parce que r, ou la résistance du fil n'a pas été changée par le reste, et l'équation représentent une plus grande

force; nous pouvons aussi multiplier *r* par *n* avant de réduire l'équation à la première valeur : en d'autres termes, nous pouvons adopter une plus grande longueur de fil dans le circuit, et avoir encore le même effet. En conséquence, plus il faudra que le circuit *r* soit long, plus nous devrons augmenter le nombre *n* de la série. L'expérience seule peut déterminer ces rapports dans chaque cas. Je mentionnerai ici que, pendant que la résistance est en action ***directe*** avec la ***longueur du fil*** elle est en raison ***inverse*** avec l'***aire*** de sa ***section;*** ce qui est vrai pour la résistance de chaque triade. Ainsi, pour donner l'équation complète, nous l'exprimerons de cette manière : $F = \dfrac{nE}{\dfrac{nRD}{S} + \dfrac{rl}{s}}$; D est la distance entre les plaques de zinc et de cuivre, S leur aire de section, *l* la longueur du fil de communication et *s* son aire de section. De manière que la force augmente comme E, *n*, S, ou *s* augmentent; mais que la force diminue comme R, *r*, D, et *l* augmentent.

7. *Batteries de télégraphe.* Nous avons appliqué en Angleterre le terme très-impropre de *batteries* à une série de combinaisons voltaïques, mais c'est cependant ainsi que nous les appellerons. Notre batterie de télégraphe consiste en un fort baquet de bois dur, ou de chêne, généralement de 76 centimètres de long sur 14 centimètres de large, divisé en vingt-quatre cellules par des cloisons d'ardoise, ce qui donne à chaque cellule une largeur d'environ 3 centimètres. Il y a aussi de plus petits baquets de vingt cellules, comme *fig.* 3 § 23. La grande affaire est de rendre l'objet étanche, avec du ciment ou de la glu-marine [1]. Les plaques ont

[1] La glu-marine est remarquable en ce qu'elle est complètement insoluble dans l'eau et fait naître une adhésion extraordinaire

0 m. 112 sur 0 m. 087, le zinc à 0 m. 0046 d'épaisseur, et elles sont assemblées en couples par des bandes de cuivre de 0 m. 025 de large rivées à chaque plaque. Un simple zinc commence la série, comme dans la figure, et un simple cuivre la termine. Les extrémités supérieures des couples sont vernies, dans un but de propreté et pour éviter la corrosion. Les couples de métaux sont placées à califourchon sur les cloisons d'ardoise, tous les zincs tournés du même côté. On met au fond des cellules une épaisseur de 0 m. 025 de sable siliceux; le sable nous permet de transporter facilement d'un endroit à un autre une batterie chargée; car nous n'introduisons juste que la quantité d'eau acidulée nécessaire pour saturer ce sable. Il sert aussi à modérer toute action irrégulière qui tendrait à se produire entre l'acide et le métal. C'est M. Fothergill Cooke qui a introduit ce système pour lequel il a une *patent*. La solution acide est formée d'une partie de bon acide sulfurique et de quinze parties d'eau. Je préfère augmenter le nombre de plaques pour une somme donnée de travail avec une solution plus faible, que de me servir d'une solution plus forte avec un moins grand nombre de plaques. Les dernières plaques de zinc et de cuivre de la série se terminent respectivement en cuivre, et c'est de ces deux bouts de la boîte que les fils sont conduits à l'appareil télégraphique. On varie le nombre des cellu-

entre les pièces qu'elle sert à coller. Cette colle se compose de caoutchouc dissous dans l'huile essentielle de goudron et de gomme-laque. Les proportions employées sont de 450 grammes environ de caoutchouc pour 18 litres d'huile essentielle de goudron. Quand le caoutchouc est entièrement dissous et que le mélange a acquis la consistance d'une crême épaisse, ce qui a lieu après dix jours, on y ajoute deux parties en poids de laque, pour une partie de la dissolution. La matière est ensuite chauffée et coulée en plaques. Elle s'emploie à une température assez élevée, à 120 degrés environ. (*Note du traducteur.*)

les suivant la distance qu'il y a entre les stations; pour les petits groupes de dix à quinze milles, on emploie vingt-quatre cellules; à Tonbridge nous avons quarante-huit cellules pour des distances de quarante à soixante milles; de Douvres à Londres nous avons soixante-douze cellules. Nous employons dans ces cas plus de force que nous n'en avons besoin; mais nous pouvons ainsi parer les pertes qui peuvent avoir lieu par un défaut ou une mauvaise *insulation;* circonstances dont nous allons nous occuper.

8. *Amalgamation.* On amalgame le zinc, ou on imprégne parfaitement sa surface de mercure. En pratique, cette opération se fait en lavant la surface des plaques de zinc dans de l'eau acidulée, et en les trempant dans le mercure où on les laisse pendant environ une minute. On les place ensuite de manière à égoutter le mercure en excès. Je préfère leur donner un second bain acide et un autre bain mercuriel. Elles sont alors bonnes pour l'usage. Quand elles deviennent vieilles et épuisées, on les renvoie au dépôt, où on les démonte et où on remet les métaux dans leur état primitif; alors on réamalgame les plaques de zinc pour servir de nouveau.

9. Les batteries neuves, quand elles sont soigneusement montées et qu'on y apporte beaucoup d'attention, peuvent fonctionner pendant six ou huit mois, si le travail n'est pas très-fort; et en expulsant le sable au moyen de l'eau et en en remettant de l'autre, elles ont pu fonctionner pendant dix ou douze mois, et même plus, sans qu'il ait été nécessaire d'avoir recours à une nouvelle amalgamation. Dans une lecture faite à l'institution royale, le 29 mai 1847, j'ai donné une liste de dix-sept batteries de diverses stations télégraphiques, prises au hasard, avec le nombre de semaines que leur marche a duré; en me reportant à cette liste, je trouve que

2	ont fonctionné pendant	24	semaines.
3	. . . .	25-6-7	»
2	. . . .	32-4	»
2	. . . .	35	»
4	. . . .	36	»
1	. . . .	38	»
2	. . . .	41-2	»
1	. . . .	52	»

Les télégraphes du *South-Eastern Railway* (chemin du sud-est) qui a 180 milles (289 kilom. 674) et 47 stations fonctionnent avec 2,200 couples de ces plaques; et tout le système télégraphique du Royaume-uni emploie environ 20,000 couples.

Nous avons vu qu'un morceau *d'ivoire* interposé au sommet du triangle *arrêtait* la force et que le *fil* la *rétablissait*. L'ivoire et les métaux sont les types de deux classes dans lesquelles sont divisés tous les corps — *conducteurs* et *non-conducteurs* de l'électricité. Ils sont bons ou mauvais conducteurs, et bons ou mauvais non-conducteurs, — ou on appelle quelquefois ces derniers *insulateurs*. Nous faisons usage de divers corps appartenant aux deux classes dans la construction des télégraphes : les conducteurs servent à envoyer la force à sa destination; les insulateurs sont destinés à prévenir toute déviation de la route tracée. Nous allons nous occuper maintenant de l'application de la force à nos besoins.

10. *Galvanomètres.* Le rapport mutuel dont nous avons parlé entre la force voltaïque et l'aimant est d'un caractère tel qu'ils s'éloignent réciproquement et tendent à prendre respectivement une position à angles droits, ou croisée, comme +; par exemple, si la force voltaïque (qui, dans de telles circonstances, a été nommée *courant*) allait de l'est à l'ouest, la position d'équilibre de l'aimant serait dans la direction du nord

au sud, et si la force du courant était exactement proportionnée à la puissance et au poids de l'aimant, puisque l'un ou l'autre put se mouvoir, ce serait cette position relative qui s'obtiendrait. Si, d'un côté, l'aimant est lourd, puissant, et fixé, et que le courant traverse un fil mince, équilibré de manière à pouvoir se mouvoir, le courant s'agitera et communiquera au fil un mouvement qui le placera à angles droits de l'aimant; si, d'un autre côté, l'aimant est petit et équilibré à la légère, comme une aiguille de compas, lorsqu'un fort courant passera près de lui le long d'un fil fort et fixe, cet aimant deviendra l'objet mobile, et prendra la position croisée, comme avant. Dans l'un ou l'autre cas le résultat est le même; le courant et l'aimant tendent à se placer à angles droits l'un de l'autre. En appliquant ce principe, il y a en pratique plusieurs objections contre l'usage de l'aimant comme corps fixe agissant sur le fil comme corps mobile; ainsi dans des vues d'applications — et il en nait plusieurs de ce rapport, — le fil qui porte le courant est fixé et écarte une aiguille aimantée légère et délicatement équilibrée.

11. Puis la *direction* dans laquelle a lieu cet écartement suit une certaine loi connue, et se trouve d'un côté ou de l'autre, suivant que la direction du courant varie, ou que l'on fait l'observation sur l'extrémité nord, ou sur l'extrémité sud de l'aiguille. Un cas, cité pour plus de clarté, pourra servir de clef pour tous, *mutatis mutantis*. Supposez que vous vous trouvez dans le centre d'une grande pièce, avec des aiguilles aimantées partout autour de vous, et dans toutes les positions — les unes sur pivots, pointant horisontalement le nord et le sud; d'autres suspendues sur des axes horizontaux délicats, et pendant dans la direction du sol, presque verticalement; d'autres tout-à-fait suspendues et verticales; les unes sur le parquet ou

suspendues au plafond, les autres sur les meubles et enfin sur les murs. Alors figurez-vous qu'un puissant courant voltaïque, venant du toit, vous traverse de la tête aux pieds jusqu'au parquet, — l'effet produit sur chaque aiguille, n'importe sa position ou son mode de suspension, sera que, si vous observez son pôle nord, il se sera tourné à droite. Si les aiguilles n'étaient pas marquées, vous n'auriez qu'à regarder quel pôle va à droite pour être certain, dans ces circonstances, que c'est le côté nord. Puis ensuite, vous n'avez qu'à savoir si le courant électrique écarte à droite ou à gauche le pôle nord de l'aiguille, pour vous rendre compte s'il est ascendant ou descendant.

12. Pour en revenir à une simple aiguille près d'un simple courant ; si A B (fig. 1) est une forte tige de métal, ayant une aiguille en acier aimanté (N S), suspendue derrière et faite pour rester verticalement quand elle ne bouge pas ; maintenant, si un courant descend le long du métal, de A à B, comme l'indique la flèche, l'aiguille se mettra dans la position N S ; l'extrémité nord à droite, comme on le voit. Si la force du courant augmente, la déflexion augmentera jusqu'à ce que l'aiguille ait atteint la position N' S', à angles droits du courant ; position dans laquelle elle restera, quel que soit l'excès de force que l'on donne ensuite au courant. Si la tige de métal se continuait en forme de U, comme on le voit par les lignes pointées, et si le courant au lieu de se disperser à B, se dirigeait vers C, dans le sens de la flèche pointée, alors la portion du courant B C agirait sur l'aiguille, juste dans la même proportion que la portion A B ; et en devenant *ascendant*, le pôle nord (en le *regardant* du courant B C) poussera à gauche. Mais c'est encore la même direction *effective* qu'avec A B ; de manière que tout l'effet des deux portions de courant est d'augmenter la déflexion de l'aiguille.



13. *Le Multiplicateur.* En continuant ce système, c'est-à-dire en faisant passer plusieurs fois le courant autour de l'aiguille, nous augmentons l'effet. C'est ce qui a lieu en pratique avec un fil de cuivre recouvert de coton ou de soie, roulé à plusieurs reprises sur un châssis autour de l'aiguille ; cet instrument, faisant agir plusieurs fois dans sa course la force sur l'aiguille, a été nommé multiplicateur, — et, à cause de son inventeur, *multiplicateur de Sweigger* ; — ordinairement, l'aiguille et la bobine en sont placées horizontalement. Le multiplicateur, suivant l'usage auquel on le destine, est formé d'une plus ou moins grande longueur de fil qui, aussi, est fin ou gros ; un petit bout de gros fil, sert pour les forts courants, et les longs bouts de fil très-fin, servent pour les faibles courants; parce que un fort courant n'a besoin de passer que moins de fois autour de l'aiguille, ou que, pour multiplier son effet, il lui faut moins de fois qu'à un fil faible. Cet instrument est ordinairement monté avec un cercle gradué ; l'importance de l'écartement donne une idée de la valeur relative de la force, et c'est pourquoi on l'a appelé *galvanomètre.* Mais la valeur comparative de différentes forces n'est pas, même dans les cas les plus simples, en proportion avec le véritable angle de déflexion.

Les valeurs comparatives des forces peuvent s'obtenir indirectement de plusieurs manières, à quelques-unes desquelles nous nous en rapporterons.

14. Le *compas galvanomètre de Jacobi* consiste en un simple fil de cuivre fort, passant immédiatement au-dessous d'une aiguille aimantée de 5 centimètres, montée sur un cercle gradué. On ne peut pas s'en servir pour de faibles courants. La valeur relative des forces voltaïques s'obtient en observant les angles respectifs de déflexion indiqués par l'aiguille, et en *multipliant le sinus de l'angle par sa tangente.* On a ces valeurs

2.

par l'inspection et un petit calcul qui se fait à l'aide des tables trigonométriques; mais, pour les 20 ou 25 premiers degrés de l'octant ces valeurs sont à très-peu de chose près en proportion des *carrés des angles*, dont on peut alors se servir sans crainte d'erreur sensible.

15. Le *galvanomètre tangent*, dans sa forme la plus simple, diffère du précédent, en ce que, au lieu d'un fil, c'est un ruban métallique, n'ayant pas moins de quatre fois la longueur de l'aiguille, dont on se sert pour faire passer le courant sous l'aiguille aimantée. Quand la nature du courant permet d'adopter cette disposition, l'expression de la valeur devient plus simple, car elle est en proportion de la *tangente de l'angle;* ce qui peut se trouver par un simple examen, sans calcul, au moyen des tables des tangentes naturelles. En pratique, la bande métallique se prolonge autour de l'aiguille et le *galvanomètre tangent* devient un cercle métallique, ayant 30 à 45 centimètres de diamètre, qui porte le courant, avec une aiguille aimantée très-courte placée sur un support, dont le centre est exactement au centre du cercle. Si le fil recouvert de soie est sans discontinuation du cercle, l'instrument devient plus sensible. Pour les circonstances plus délicates, auxquelles il n'est pas applicable, on a recours à d'autres moyens dont nous allons parler.

16. Le *galvanomètre sinus* a, comme les autres, une aiguille-compas et un cercle gradué; mais il est muni d'une *bobine multiplicatrice* de fil recouvert, dont la longueur et le diamètre sont en rapport avec la somme de force à examiner. La *bobine est mobile sur son axe.* L'aiguille et la bobine se placent dans le méridien magnétique; quand le courant circule et que l'aiguille est écartée, la bobine se *meut après l'aiguille;* et quand elle l'a attrapée, et que la direction des deux coïncide, on prend l'angle. La valeur des forces est en



proportion du sinus de l'angle, laquelle se trouve à la simple inspection d'une table de sinus naturels.

17. *Méthode de Ohm.* Dans cette méthode il y a une bobine fixe et une aiguille-compas suspendue à un fin fil ou à un filament de cocon. Quand l'aiguille a éprouvé une déflexion, le fil, ou le filament, qui sert à suspendre, se trouve tordu jusqu'à ce que l'aiguille ait repris sa première position. Avec cet instrument, la valeur des forces est proportionnelle à ***l'angle, ou au nombre des degrés de torsion***, dont le fil a été retordu, ce qui se trouve indiqué par un index immobile.

18. *Vibrations de Fechner.* Elles peuvent se lire dans l'une ou l'autre forme de multiplicateur. Placez le galvanomètre de manière à ce que les pointes de l'aiguille soient au nord et au sud, la bobine se trouvera de l'est à l'ouest; faites osciller l'aiguille, et choisissez un nombre convenable quelconque d'oscillations; observez le temps qui s'est écoulé durant ces oscillations; et, en comparant un courant à un autre, les intensités ou les valeurs sont ***inverses aux carrés du temps.***

Bien que ces méthodes puissent, chacune en leur propre place, donner les valeurs relatives des forces en action pour l'instant, nous ne devons pas perdre de vue, que, comme le fil de chaque galvanomètre présente de lui-même une ***certaine somme de résistance***, il circule une moindre somme de force quand le galvanomètre est dans le circuit que quand il n'y est pas ; et, comme cette résistance ***n'a pas de relation fixe*** avec les autres résistances, on ne peut pas l'estimer ***à priori;*** elle exige donc d'autres calculs, dans lesquels nous ne pouvons entrer ici. Nous pouvons l'exprimer par g, et la faire entrer à sa place dans l'équation (§ 6). Ainsi : $F = \frac{nE}{nR + r + g}$, où l'on voit qu'elle réduit l'effet ***plus***, comme les autres résistances sont ***moindres.***

19. *Galvanomètre astatique de Nobili* — ainsi nommé parce qu'il n'a que *peu ou point de puissance dirigeante*; — ce galvanomètre a deux aiguilles à coudre aimantées, l'une dans l'intérieur de la bobine et l'autre au-dessus; leurs pôles sont en sens inverse, et elles sont suspendues à un filament de cocon. On peut le rendre très-sensible. Par exemple, Matteucci en emploie un qui a 3,000 tours de fil de cuivre pur d'un diamètre de $\frac{1}{160}$ de pouce anglais (un pouce anglais équivaut à 25 millimètres français). Une triade de deux plaques de platine, qui semblent propres, immergée dans l'eau distillée, donne une déflexion. Ce dernier instrument est le type des galvanomètres employés pour les télégraphes électriques.

20. *Les galvonomètres télégraphiques* ont eu la bobine de 0 m. 155 de long, 0 m. 05 de large, et 0 m. 044 d'épaisseur; elle était pleine de fil de cuivre de 0 m. 00025 de diamètre. La bobine était verticale et avait intérieurement une aiguille de 0 m. 088, dont le bout nord était en bas; une autre aiguille, comme dans le galvanomètre de Nobili, était sur la face extérieure avec son bout nord en haut et servait d'indicateur qui faisait connaître les signaux. On la voit sur la face de l'instrument, *fig.* 14 (§ 90), et *fig.* 15 (§ 104); la bobine se trouve dans la *fig.* 3 (§ 23). Ce galvanomètre était d'abord employé dans tous les instruments; mais l'expérience ayant fait voir que les vibrations de pendule d'une si longue aiguille ne pouvaient répondre à l'extrême rapidité avec laquelle les signaux s'envoient et se reçoivent, on a substitué, dans les nouveaux instruments, une aiguille plus courte et une plus petite bobine de fil plus fin.

21. *L'aiguille diamant.* La courte aiguille intérieure fut introduite par M. Holmes, sous forme de rhomboïde ou de diamant, de 0 m. 028 sur 0 m. 021. L'aiguille

extérieure ou l'index, est en talc. La bobine est courte en proportion, et son fil, n'ayant qu'environ 0 m. $\frac{025}{136}$ de diamètre, est plus fin. La déflexion, dans ce système, peut s'opérer beaucoup plus rapidement que par ceux de l'ancienne forme ; il est beaucoup plus sensible et *très-dépourvu d'oscillation,* ne produisant presque qu'un battement très-faible. Les lois du magnétisme nous apprenant que la forme allongée est la mieux calculée pour favoriser le développement de la force magnétique, j'ai été conduit à penser que, pour le même poids de métal, autrement arrangé, nous pourrions accumuler plus de magnétisme qu'avec le rhombe, et j'ai fait des expériences dans cette vue.

22. *L'aiguille composée,* que l'on voit *fig.* 2, fut le résultat de ces expériences. L'appareil consiste en un disque d'ivoire très-mince d'environ 3 centimètres de diamètre, portant plusieurs aiguilles courtes fortement aimantées, *s n, s n,* solidement tenues d'un côté ou de l'autre, ou des deux côtés du disque. Cette aiguille composée occupe la place du rhombe dans la bobine. L'aiguille indicatrice N S, a 0 m. 075 de longueur. Je l'ai faite en acier, très-amincie et aimantée. La marche des aiguilles composées est très-satisfaisante. Je m'en suis servi pendant longtemps à Londres et elles transmettaient les dépêches avec la rapidité dont il est fait mention plus loin (§ 108). En sus de leur grande puissance directrice, je crois qu'elles sont moins sujettes à se séparer de leur magnétisme par les chocs de l'étincelle (§ 84) que ne le sont les rhombes ; ce qui, en définitif, est la principale objection à faire aux rhombes.

Cependant, quelle que soit la forme d'aiguille employée, elle doit s'écarter à droite ou à gauche, une ou plusieurs fois, en envoyant un ou plusieurs courants le long du fil dans cette direction-ci ou cette direction-

là : nous allons décrire le mécanisme qui accomplit cette opération.

23. TÉLÉGRAPHE. Connaissant les propriétés du galvanomètre et la disposition de ceux qui ont été employés dans les télégraphes anglais, nous sommes disposés à étudier la manière de les monter pour s'en servir, et à examiner les dispositions mécaniques au moyen desquelles nous soumettons la force voltaïque à notre volonté, pour produire telles et autant de déflexions galvanométriques, que nous en avons besoin, et pour les opérer rapidement.

Les instruments que nous allons décrire ont été inventés par MM. W. Fothergill, Cooke, et Charles Wheatstone. Ils sont de deux sortes : dans l'un, on ne se sert que d'un simple galvanomètre; dans l'autre il y a une paire de galvanomètres. Comme le mécanisme du second n'est guère qu'un double de celui du premier, c'est de celui-ci qu'il va être question. Je suppose l'enveloppe de l'instrument enlevée afin d'en faire voir clairement toutes les parties essentielles, et j'en ai dessiné une vue de derrière (*fig.* 3) avec la batterie E, disposée comme pour fonctionner. Le circuit du galvanomètre A est complété par le fil W W. La vue de face se trouve *fig.* 15. (§ 104).

24. L'instrument possède un double caractère : il est *passif*, ou prêt à recevoir les signaux d'un autre instrument; il est *actif*, ou prêt à transmettre les signaux à un autre instrument. En commençant par décrire comment il est monté pour *recevoir* les signaux, et puis comment on le dispose pour les *transmettre*, nous deviendrons plus aptes à l'analyser et à en comprendre la construction générale. Le châssis de la bobine (B) est en cuivre, ou (ce qui est meilleur sous plusieurs rapports) en bois poli ou en ivoire; il est tenu par des

écrous sur la face de l'instrument : cette face est une plaque de cuivre vernie en dedans. On voit, à droite et au bout de la bobine, un fil court allant à un écrou final, qui, par une tige de cuivre soigneusement adaptée sur l'étui de l'instrument communique avec un autre final U. Le bout gauche de la bobine vient aussi à un final, d'où une tige de cuivre descend sur une plaque de cuivre, cachée ici en partie ; mais on en peut voir la forme en regardant la plaque semblable qui s'aperçoit à gauche. Ces plaques jumelles sont en communication métallique au moyen des deux ressorts droits qui se voient bien dans le dessin. Les ressorts sont en acier et forts ; ils pressent fortement deux points d'une baguette en cuivre isolée *n*, qui est vissée dans la caisse en bois de l'instrument. La plaque à gauche communique avec le final D, aussi par une tige de cuivre. Si, maintenant, les deux extrémités U et D sont en communication par un fil W W, le circuit se complètera de la manière suivante : du final U dans la bobine au côté droit ; hors la bobine, au côté gauche, en bas de la plaque à droite, au haut du ressort d'acier à droite, à travers la verge de cuivre *n*, au ressort d'acier gauche ; en bas, par ce ressort, à la plaque gauche, de là par la tige de cuivre au final D, puis par le fil W W au final U, d'où nous sommes partis. A présent si le fil de U suit le haut de la ligne de chemin de fer, et le fil de D le bas de la ligne, et que le circuit soit en quelque sorte complet sur une grande échelle, comme il vient d'être décrit sur une petite échelle, tout courant électrique, en suivant le fil d'une station éloignée, traversera cette bobine dans sa course et écartera l'aiguille, ce qui formera un signal. Je mentionnerai ici que, par excès de régularité, nous adoptons un ordre qui ne varie pas pour arrêter les fils à l'instrument : c'est de mettre le fil supérieur sur l'ex-

trémité que montre U dans la figure, les bobines étant toutes uniformement séparées.

25. C'est ainsi que se reçoit un signal ; voyons maintenant pour en envoyer un. Si nous allions sur un chemin de fer, en prenant une batterie (§ 7) avec nous, et que nous coupions l'un des fils, puis que nous placions les deux bouts, ainsi obtenus, sur les deux extrémités finales de la batterie, il passerait un courant le long de la ligne et les aiguilles de ce fil feraient une déflexion ; et si nous changions de côtés, de manière à renverser les connexions, les déflexions des aiguilles seraient aussi en ordre inverse. Il en serait de même en coupant un fil dans l'intérieur de la station, ou dans l'intérieur du télégraphe, en agissant de la même manière. Maintenant, à chaque appareil disposé pour transmettre les signaux, nous avons un *agencement analogue à un fil ainsi coupé* ; et près de là sont les pôles de la batterie, montés et mobiles, de manière à pouvoir aisément s'appliquer à la brèche, d'un côté ou de l'autre, suivant les besoins. Dans la *fig.* 3 c'est le sommet des ressorts. Ils ne sont pas *unis* à la verge de cuivre *n* ; mais, comme je l'ai déjà dit, ils appuient fortement dessus, et peuvent facilement se soulever avec le doigt, ou autrement. On comprend que quand il y en a un de soulevé le circuit est ouvert. Maintenant, près de cet endroit il y a une machine par laquelle les pôles de la batterie peuvent faire une brèche au circuit, et qui peut s'appliqner dans une direction ou dans une autre de la brèche. Le tambour B est en bois de buis, les bouts *c* et *z* sont recouverts de cuivre et isolés l'un de l'autre par le bois *b*, laissé entre eux. Le tambour se meut par une poignée qui ne se voit pas ici, mais qui se trouve dans la *fig.* 15 (§ 104) ; il est soutenu comme le représente la *fig.* 3. Un fort fil d'acier *c'* est vissé sous l'extrémité *c* du tambour ; et un fil semblable *z'* se trouve

au-dessus de l'autre extrémité *z*. Ces deux fils sont les pôles de la batterie ; *z'* communique avec le zinc, et *c'* avec le cuivre ; ainsi : — du bout de cuivre de la batterie un fil est conduit au final C ; d'où une tige de cuivre va à un ressort courbe en cuivre qui appuie sur le bout du tambour *c* ; du bout de zinc de la batterie un fil va au final Z, d'où aussi une tige de cuivre va à un semblable ressort, appuyant sur la continuation du bout *z* du tambour, comme le montre la figure. On voit que, toutes les fois que le tambour est mis en mouvement, le fil d'acier *z'* élève l'un ou l'autre des ressorts d'acier qui sont debout ; en ce moment il lève celui à droite et brise ainsi le circuit ; mais, par un petit mouvement de plus du tambour, le fil *c'* pressera sur la bosse en-dessous, comme on le voit dans la figure, et il y aura ainsi une batterie-pôle de chaque côté de la brèche, alors il se fera un signal sur l'instrument et sur tous ceux en communication avec lui. Ensuite, par la disposition particulière du tambour, on peut changer le mouvement aussi rapidement qu'on peut mouvoir la main. J'ai montré les rapports d'une batterie exactement comme ils se présentent en pratique, où, quand c'est le ressort droit qui agit, l'aiguille va à droite, et quand c'est le ressort gauche, à gauche. L'aiguille qui se trouve sur la face de l'instrument a toujours le nord en haut et celle dans l'intérieur de la bobine en bas, de manière que, par la loi que j'ai mentionnée (§ 11), si nous regardons la face d'un instrument, et que nous voyons le bout supérieur de l'aiguille aller à droite, nous pouvons être certains que, dans la moitié de la bobine de notre côté, le courant est *ascendant*.

26. L'ÉLECTRO-AIMANT. — Nous avons vu comment la relation mutuelle entre les *courants* voltaïques et les corps *magnétisés* est utilisée pour la production des

signaux, et nous avons maintenant à examiner la relation entre les *courants* voltaïques et les corps *magnétiques*, — c'est-à-dire, les corps non aimantés mais *susceptibles d'aimantation*, — afin de comprendre les dispositions dont nous profitons pour sonner l'alarme qui attire l'attention des employés aux télégraphes. Le fer et l'acier sont les corps magnétiques les plus importants. Le bon fer acquiert à l'instant une aimantation extrême ; qui aussi se disperse dès que la cause excitante n'est plus présente ; l'acier s'aimante plus lentement ; mais il conserve encore le magnétisme quand la cause excitante n'est plus présente.

Si on bobine un fil couvert de coton autour d'un barreau d'acier ou de fer, et qu'on transmette un courant voltaïque au fil, le barreau se magnétise, le barreau d'acier d'une manière permanente, le barreau de fer *temporairement*, en reprenant son état neutre quand cesse le courant ; ces deux propriétés s'adaptent admirablement à nos desseins, comme nous le verrons bientôt. Les barreaux de fer, dans ces conditions, sont appelés *electro-aimants*. En se servant de fort-fil et de puissantes batteries, on peut produire des électro-aimants d'un énorme pouvoir ; de même que, avec un fil fin contourné à plusieurs reprises, une petite force électrique se trouve si souvent répétée qu'elle produit un effet, qui, autrement, ne serait pas sensible. Les pôles magnétiques se renversent suivant que la direction du courant change. La règle est que, si en regardant le bout du barreau, le courant passe circulairement, comme marche l'aiguille d'une montre, ce bout est le *pôle sud*. Quelle que soit la puissance *répulsive* d'un électro-aimant, sa puissance *attractive* est comparativement minime, et se perd à une très-courte distance. Le fer à cheval ou les aimants en forme de U sont les plus puissants ; et si, après avoir attiré un mor-

ceau de fer qui se tiendra en travers des deux pôles, on coupe le courant, il restera une quantité considérable de magnétisme, et le fer ne se dérangera pas; mais s'il y a séparation le magnétisme se dissipera.

La *somme* de magnétisme est représentée par la somme de force électrique, qui est la somme de la force circulant dans chaque tour du fil. Ainsi un électro-aimant de 100 circonvolutions sera deux fois aussi fort qu'un de 50, sans changement pour augmentation de résistance de la plus grande longueur de fil, et de la plus grande distance de la dernière circonvolution au centre que celle de la première.

27. *Télégraphe électro-magnétique.* On coupe deux bouts de 5 centimètres de longueur d'une baguette de fer de 1 centimètre 1|4 de diamètre, avec ces deux cylindres comme noyau, on construit deux bobines en mettant à chaque bout un disque en ivoire ou en cuivre d'environ 2 centimètres 1|2 de diamètre; on les entoure de cuivre couvert de soie de 0 m. $\frac{025}{130}$ de diamètre environ. Ces bobines se placent côte à côte et s'adaptent dans un fer à cheval ou dans une espèce de châssis aimanté, au moyen d'une traverse en fer doux, comme on le voit *fig.* 7 (§ 49). La longueur de fil est continue, et le système est magnétisé chaque fois qu'un courant se transmet le long du fil. Par une disposition, dont nous allons parler, il reprend sa condition normale quand le courant est brisé.

28. L'ALARME. Dans la *fig.* 4 le point A présente, vu de côté, l'électro-aimant qui vient d'être décrit : sur le devant de cet objet se trouve un petit support en fer B de 0 m. 025 de haut sur 0 m. 0125 d'ouverture, dont nous ne voyons ici que le champ. Ce support est attiré par les pôles de l'électro-aimant chaque fois qu'un courant circule et l'entoure, et tant que dure cette circula-

tion ; mais l'attraction cesse à l'instant que cesse le courant. Afin d'éviter que le support ne reste attaché, comme nous l'avons dit, ce que fait souvent le fer doux, même quand la force a cessé de circuler, nous ne lui laissons jamais *réellement toucher* les surfaces polaires de l'électro-aimant. A cet effet, nous préparons des petits écrous de cuivre que nous garnissons d'ivoire, et nous en insérons deux dans deux petits trous forés dans le support, en laissant aux pointes d'ivoire juste la dimension qu'il leur faut pour s'opposer au contact effectif, tandis que, en même temps, le support peut approcher très-près : le support est aussi ajusté de manière que, quand il est à l'état de repos, il se trouve à un rapprochement convenable des pôles de l'aimant, car la puissance des électro-aimants diminue beaucoup quand la distance augmente. Le restant de la figure représente le mécanisme qui fait aller la sonnette ; mais on le voit au repos. Nous allons montrer comment l'électro-aimant forme détente. Le support B est monté sur le bras le plus court du levier C; l'autre bras de levier se termine en coude ou en crochet *e;* ce crochet arrête une dent qui est sur la circonférence de la roue *d* et l'empêche de bouger ; *f* est un ressort faible dont l'action est de réagir sur le long bras du levier C, et au moyen duquel le support reprend la position normale quand l'attraction cesse, et le crochet *e* fonctionne. La figure ne montre seulement que les parties du mécanisme nécessaires à en faire comprendre le principe général : dans *a* est contenu le ressort principal ; *b*, est une roue dentée, communiquant avec *a* par un pignon ; *c*, roue dentée dont le pignon communique avec *b ; d*, roue qui porte l'arrêt et dont le pignon communique avec *c ; g*, échappement agissant sur la roue *i*, qui est sur le même axe que la roue *c ; h*, battant, absolument semblable à un pendule court, et dont l'action est la même. Quand

on fait passer le courant voltaïque le long du fil des bobines A, les noyaux en fer doux sont magnétisés, et le support B est attiré, ce qui fait lever le crochet *e* et permet à la roue *d* de bouger. La machine se trouvant ainsi libre, le ressort en *a*, qui est monté, la fait marcher, et le battant-pendule *h* vibre vivement et frappe sur le timbre D, que l'on voit en section. Quand l'aimantation cesse (en même temps que cesse le courant), le crochet *e* revient appuyer à sa place, par l'action du ressort *f*, et le carillon se termine. La force du ressort *f* peut se modifier au moyen d'une petite vis de rappel disposée à cet effet.

29. Cette description fait voir que l'alarme est sonnée par un mécanisme ordinaire et que l'action de la force voltaïque se borne à lever le crochet qui retient la mécanique; nous pouvons donc produire autant de bruit que nous voulons, car rien n'empêche que ce soit une *puissante* machine qui aille, et que ce soit une *forte* cloche qui sonne; c'est, du reste, ce qui a lieu dans des circonstances particulières.

30. Il y a beaucoup de modifications à ce principe : par exemple, nous avons les marteaux à l'extérieur de la sonnette et dont les mouvements ne frappent qu'un coup ; nous avons le crochet *e* pointu, et tombant dans un petit trou sur la *face* d'une roue correspondant à *d*; nous avons quelques supports marchant comme une porte, sur des pivots, et lâchant une autre forme de crochet; il y a encore la *sonnette centrifuge* de M. Wheatstone, où, au lieu de pendule, se trouvent deux marteaux, aux bouts d'un bras fixé sur l'axe d'une des roues, et qui, en frappant sur un timbre, font un très-fort carillon. Dans ces alarmes, l'arrêt est un fort ressort entaillé, qui retient le bras qui porte le marteau : quand le support est attiré, un lourd levier, qui n'est plus retenu, tombe et relâche le ressort, ce qui permet

au bras qui carillonne de marcher. Quel que soit le genre de machine que l'on adopte, l'électro-aimant attirant un support est le moyen de la mettre en mouvement. Il nous reste maintenant à voir comment le courant parvient à l'électro-aimant, et comment on l'arrête à volonté.

31. *Poignée de sonnette, court circuit.* — Dans certaines circonstances, nous employons un fil séparé pour la sonnette, et une machine spéciale pour transmettre le courant : la description de cette machine sera mieux placée et mieux comprise plus tard (§ 43). Nous allons nous occuper du cas où la bobine-sonnette, ou l'électro-aimant, est sur le même fil, ou sur le même circuit que la bobine-aiguille ou galvanomètre. Dans ce cas chaque courant qui passe par l'un, passe par l'autre ; et lorsque la sonnette a rempli son but d'attirer l'attention de l'employé, il serait ennuyé de son bruit pendant la lecture des signaux de l'aiguille, si on n'obviait à cet inconvénient en faisant le *court circuit ;* en fait, on donne au courant un chemin, pour aller au galvanomètre, beaucoup plus court et plus spacieux que par la fine bobine de l'électro-aimant. S'il fallait que le courant passât à gauche d'un fil disposé comme un A jusqu'à l'électro-aimant du sommet, puis qu'il redescendît à droite pour retrouver le galvanomètre, il est clair que le carillon sonnerait tant que la force circulerait; mais, si l'on place un morceau de métal en travers, comme la barre d'un A, le courant n'aura pas besoin de parcourir le sommet et traversera l'électro-aimant pour poursuivre sa course; en pratique, il se divise, et, comme la traverse est *courte* et *forte* et la bobine *longue* et *fine*, la plus grande portion suit la première voie, et ce qui passe par la seconde est si peu de chose qu'il n'y a pas là assez de force pour faire agir l'électro-aimant. Nous faisons ce *court circuit* en tour-

nant une poignée de cuivre, qui se voit à gauche de la fig. 14 (§ 90). La sonnette est dans la boîte au-dessus de l'instrument; les deux baguettes en cuivre, que l'on voit à gauche de la boîte de la sonnette, communiquent avec les deux côtés de la bobine. Celle qui est derrière porte le courant à la bobine de sonnette, et celle qui est devant le conduit à l'une des bobines à aiguille. Elles se continuent et descendent dans l'intérieur de l'instrument; la *poignée* de cuivre communique avec celle du devant; le *ressort* de cuivre, à côté de la poignée, communique avec celle de derrière; — un morceau d'ivoire est inséré dans la poignée. Maintenant qu'elle est verticale, le ressort appuie sur l'ivoire (qui ne conduit pas l'électricité), et le courant, ne pouvant passer sans monter par un fil et descendre par l'autre, traverse, par conséquent, la bobine à sonnette; mais, si la poignée est horizontalement tournée, le ressort presse sur le métal de la poignée, le court circuit se fait, alors presque toute la force passe par cette voie, et très-peu par la bobine à sonnette.

32. *Fils de télégraphes.* — Si le fil W (fig. 3, § 23), était d'une longueur de plusieurs mètres et qu'on le coupât; puis, si le bout partant du final U communiquait avec le final D d'un instrument exactement semblable, et si le fil de ce final D communiquait avec le final U de cet instrument semblable, il est certain qu'un courant de la batterie, en passant, circulerait dans les deux instruments et produirait des écartements égaux à l'aiguille de chacun. Ce qui se fait ainsi dans le même appartement sur une petite échelle, peut se faire sur une grande échelle, pour des instruments séparés par de grandes distances. Nous allons maintenant nous occuper du mode de suspension des fils, et des précautions à prendre pour prévenir la perte de force dans son passage, ou sa mauvaise application.

33. Les fils pour ***ligne ouverte*** sont en ***fer galvanisé*** d'environ 4 millimètres de diamètre. Le fil a passé par un bain de zinc fondu, ou comme l'on dit, a été galvanisé. Le fer se recouvre d'une couche de zinc qui, en se combinant ensuite avec l'oxygène de l'atmosphère, forme une enveloppe d'oxyde de zinc, qui met parfaitement le fil à l'abri de toute corrosion ultérieure, et qui lui donne une durée excessive. Ces fils sont supportés par des perches ou des poteaux de bois de **4** m., **25** ou **4** m. **85** à **8** m. **50** ou **9** m. **12** de hauteur. Le fil inférieur est à **2** m. **43** ou **3** m. **04** de distance au dessus du sol, à moins que des circonstances n'obligent à l'élever davantage. Ces supports ont de **0** m. **00,38,70** à **0** m. **00,51,60** carrés à la base, sur **0** m. **00,32,25** à **0** m. **00,38, 70** carrés au sommet. Ils sont peints en blanc, et charbonnés et goudronnés dans les endroits qui doivent entrer en terre. Il y en a 30 ou 32 par mille[1]. Si les fils n'étaient tenus que par le bois des supports, la force dans les temps humides, passerait de fil en fil, — les courants voltaïques ***traverseraient l'eau*** en la décomposant, et le signal n'arriverait pas à sa destination.

34. ***Insulateurs.*** — Pour éviter ce dont il vient d'être parlé, il faut faire intervenir quelque matière meilleure non-conductrice entre le fil et le bois. La poterie commune répond parfaitement à cet objet. Si nous trempons une cruche de poterie dans l'eau, elle en sortira en majeure partie sèche, c'est-à-dire qu'il n'y restera que quelques gouttes de liquides supendues çà et là ; de même les insulateurs en terre, interposés entre le fil et le bois, s'opposent fortement à l'humidité et nous garantissent l'isolation. On leur donne la forme d'anneau, de double cône, de tube, de collier, etc., suivant les cir-

[1] Le mille anglais = 1 kilom. 6,093.

constances dans lesquelles on les emploie. La *fig.* 5 représente plusieurs dispositions de lignes. A gauche est le haut d'un *poteau,* dont l'objet est de *supporter les fils*. En devant se trouve un bras en bois ; entre le bras et le poteau, sont des anneaux en poterie. Une cheville en fer, traversant le bras, l'anneau, et le poteau, ainsi qu'un autre anneau et un autre bras du côté opposé, où elle se trouve assujettie par un écrou, assure le bras. Sur la façade de ce bras on voit quatre cônes en terre ; ils sont tenus par de grandes gaches en fer, et dans chaque cône passe l'un des fils. Pour éviter toute confusion, j'ai omis de mentionner qu'un égal nombre de fils passe exactement de la même manière derrière le poteau.

35. ***Poteaux de détour.*** A droite est la tête d'un de ces poteaux sur le passage de fils qu'il maintient. Une cheville en fer traverse le poteau, et les deux bouts, qui sortent du bois, portent comme on le voit dans la figure, chacun un dévidoir consistant en un tambour entaillé, avec une roue et un crochet. Les bouts des dévidoirs sont écartés du poteau par des colliers en terre traversés par la cheville. Le dévidoir et la cheville, étant en fer galvanisé, constituent une continuation du circuit métallique, et le courant les traverse comme on le voit dans le fil le plus élevé. Mais, comme les joints du dévidoir peuvent se corroder ou former de *mauvais contacts*, et comme la poussière peut s'amasser autour des colliers et former un réceptacle à l'eau, on a trouvé mieux de faire purement du dévidoir un dévidoir, de l'isoler du fil, et d'ajouter sur le côté, un sentier qui mène le courant d'un côté à l'autre du poteau. Cette disposition se voit au second fil. La garniture de poulie consiste en un anneau de poterie, muni de deux crochets, dont les attaches de l'un entourent l'anneau, et celles de l'autre passent dans son centre, de manière

qu'ils sont isolés l'un de l'autre, et qu'aucun courant ne peut passer de l'un à l'autre. Le fil étant coupé et les poulies se trouvant chacune de chaque côté du poteau, celui-ci est ainsi doublement en dehors du circuit. Mais le fil mince qui est soudé de chaque côté, en dehors de la poulie, permet au courant de passer. Les poteaux se placent à chaque quart de mille : la moitié des fils sont séparés à l'un des poteaux, et l'autre moitié au poteau suivant ; ils sont soutenus, en passant, par un bras derrière le poteau. Ainsi donc, chaque fil est séparé à un demi-mille de distance. Les longueurs se joignent par des bouts de fil qui se vissent ensemble, et un petit fil soudé au-dessus du joint. On adopte un appareil semblable pour les ponts et les tunnels ; mais il est supporté par la maçonnerie au lieu de poteaux. Les pointes qui dépassent communiquent par un fil avec la terre afin de mettre les poteaux à l'abri de la foudre.

36. La *fig.* 5 *(bis)* montre l'aspect général des poteaux télégraphiques d'un chemin de fer ; c'est une esquisse de l'endroit où l'embranchement de Tunbridge Wels rejoint la ligne principale. On voit l'habitation du stationnaire et le bureau vis-à-vis, ainsi que la disposition des fils. Sur les cinq fils que l'on voit, les deux qui sont au-dessus vont de Londres à Douvres, et les autres de Tonbridge à Maidstone. Les positions relatives de ces endroits se verront sur la carte et sur le plan *fig.* 9 et 10. (§ 53.)

37. *Introduction des fils.* — Au milieu de la *fig.* 5 j'ai fait voir la disposition par laquelle les fils sont introduits dans une station, ou qui sert à interposer un instrument dans le circuit. Le troisième fil est coupé, et l'on se sert d'un lien ; en ce cas le circuit est brisé, et la force ne pourrait passer d'un côté du lien à l'autre. Mais, s'il y a deux bouts de fil attachés, un de chaque côté du lien, comme je le fais voir dans le quatrième

fil, et que ces bouts se continuent, chacun à travers un collier de poterie, jusque dans une station, où l'un d'eux est attaché au final U, et l'autre au final D de l'instrument représenté par la *fig* 3 (§ 23), le courant pourra aller d'un côté du lien à l'autre, en passant par la bobine du galvanomètre. C'est exactement le plan suivi pour rallier les stations télégraphiques ; et de même que nous venons de parler de l'introduction d'un instrument, nous pouvons, sur d'autres points du fil, en introduire d'autres.

La *fig.* 5 (*ter*) est une vue de la station de Tonbridge, montrant le dehors du bureau du télégraphe, et la manière dont les fils traversent la station. Ils sont relevés par des *suspensoirs* portant des anneaux de poterie, dont on voit les deux premiers. Des liens se trouvent dans tous les fils qui passent par le châssis, et de petits fils sont conduits dans le bureau (comme on le voit *fig.* 11, § 59) d'un côté du lien pour une série terminée là, et des deux côtés pour une série qui se continue. Les deux fils qui, du bureau, traversent la ligne sur le bord du pont se continuent sous la route d'Hastings jusqu'à mon instrument.

38. *Fils de rues.* — Pour mener un fil sous un grand chemin et les rues d'une ville, d'autres précautions sont nécessaires. Les fils employés à cet effet sont des fils de cuivre nº 16. (Le fil de fer galvanisé dont il est parlé au commencement du § 33 est désigné, chez les anglais, par le nº 8). Ces fils sont d'abord recouverts de coton imbibé, jusqu'à saturation, de goudron, puis assemblés par groupes de trois, de quatre et de plus, dans dans de petits tuyaux de plomb. Les tuyaux de plomb sont garantis par une garniture extérieure de corde goudronnée, et on ne les enterre que dans des tuyaux de fer. A certains intervalles, les bouts de divers fils, rassemblés dans un poteau de fer, dépassent la surface.

C'est le « poteau d'épreuve », qui sert à examiner l'état des fils respectifs. Des fils sont disposés comme il vient d'être dit du bureau central de la *Telegraph Company* à Lothbury, derrière la banque d'Angleterre, à l'Amirauté, à Whitehall, au bureau du télégraphe de West Strand; aux débarcadères des chemins de fer du South-Western, du North-Western, et des Eastern counties; à Waterloo Bridge-road, à Euston-square, et à Shoreditch; dans tous ces endroits réciproquement. Dernièrement on a posé des fils beaucoup mieux protégés, entre Lothbury et le bureau général des postes, dans St-Martin's-le-Grand.

39. *Gutta-Percha pour fils.* — On a commencé par faire usage des fils à nu dans les tunnels, comme à découvert (§ 33); mais l'eau qui y filtre abondamment, la poussière des machines, la fumée, la vapeur, produisaient une grande saleté sur les isoloirs en terre, ce qui nuisait à l'insulation, ainsi un courant devant aller (disons de Douvres à Londres) le long du fil 1 trouvait, en partie, passage au fil 2 par la boue humide, et il n'y avait ainsi qu'une portion de ce courant qui s'en allait à Londres par le fil 1 et une moindre portion par le fil 2, pendant qu'une portion considérable retournait à Douvres par le fil 2 et qu'il y en avait un peu tout-à-fait perdu, ce qui naturellement amenait une grande confusion et n'était pas un petit inconvénient.

40. Les tunnels du chemin du Sud-Est me donnèrent beaucoup de peines. Je me vis forcé de chercher un remède à l'inconvénient dont je viens de parler et c'est alors que je fus conduit à m'occuper de la fabrication d'un fil recouvert de gutta-percha [1]. Il a été exécuté

[1] Le *Gutta-percha*, qui a été importé par la mission de Chine et transmis en 1843 par le docteur Montgomery, est une substance imperméable analogue au caout-chouc; elle se ramollit par

par M. Farster de la manière suivante : — La gomme, après être épurée, est macérée par une machine à vapeur dans un vase de fer chauffé ; puis on la présente, par masse, à une paire de cylindres rayés et chauffés entre lesquels elle passe et se trouve pressée par de solides cylindres de 90 à 120 centimètres de long. Cette matière est alors préparée pour la *machine à couvrir*, où on l'emploie pendant qu'elle est encore chaude et molle. Cette machine consiste en deux paires de cylindres creux et unis, en fer poli, chauffés, suivant les besoins, par la vapeur, et une paire de petits cylindres-coupants à rainures. Le nombre et la dimension des rainures des cylindres-coupants varient suivant la couverture que l'on désire. Le fil employé dans nos tunnels est du n° 16; il est recouvert par six rouleaux cannelés, qui apprêtent six fils à la fois, et le fil alors a 6 millimètres. Les deux paires de rouleaux unis sont l'une sur l'autre à un petit intervalle ; deux des cylindres solides de gutta-percha se passent entre chaque paire et en ressortent en feuilles molles et plates ; les six fils traversent l'intervalle entre les deux paires de rouleaux unis, et passent entre les six rouleaux rainés et coupants, l'une des deux feuilles de gutta-percha se trouve en dessus d'eux et l'autre en dessous; et ils reviennent de l'autre côté en formant un bandeau parfait de six fils recouverts, que l'on sépare quand on a besoin de simples fils, ou qu'on laisse ensemble quand on en a besoin en bande. J'ai substitué ce fil au fil nu, pour les conducteurs importants, dans tous les tunnels humides, et ce procédé, qui m'a permis d'exécuter des choses qui n'auraient pu l'être par l'ancien système, a très-

la chaleur, mais elle devient très-dure et conserve les formes du moulage en se refroidissant. Le gutta-percha est beaucoup plus répandu à Londres qu'à Paris. M. M.

bien supporté les essais prolongés qu'il a subis. Je ne doute pas qu'on en fasse usage à l'avenir dans les conducteurs de rues [1].

41. Le circuit de la terre. — Nous avons fait voir, en commençant (§ 5) qu'un circuit complet est un élément essentiel à l'existence de la force voltaïque; nous avons montré, particulièrement en décrivant les communications de l'instrument télégraphique (*fig.* 3, § 23), qu'un fil partant du final U doit ensuite retourner au final D, et constituer un circuit complet avant que que les signaux puissent passer. Poursuivant cette idée, il semblerait que si l'instrument (*fig.* 3) était monté à Douvres, et qu'un fil partît du final U jusqu'à Londres, un autre fil devrait retourner de Londres au final D à Douvres, les deux fils communiquant en quelque sorte ensemble à Londres. En fait, nous aurions un bout de fil de plusieurs lieues, au lieu de quelques centimètres comme on le voit dans la figure; et, en pratique, il nous faudrait, pour chaque série de galvanomètre, une *paire de fils* dont l'un serait la *moitié retournante* de l'autre.

Mais, en 1837, Steinheil fit voir, et d'autres confirmèrent ensuite, qu'on peut se dispenser de la moitié retournante de fil, et que *la terre elle-même* remplit la fonction de ce fil, c'est-à-dire qu'elle constitue la moitié du circuit; ainsi, au lieu d'avoir deux longueurs de fil, comme il a été décrit ci-dessus, en pratique, nous prenons un fil du final U d'un instrument placé à Douvres et nous le conduisons au final D d'un instrument semblable qui est à Londres. Nous faisons donc communiquer par le fil le final D de l'instrument de Douvres, par la canalisation du gaz et de l'eau de Douvres, avec le final U de l'instrument de Londres, par la canalisation du gaz et de l'eau de Londres, et nous avons

[1] L'enduit isolant de M. Siemens est, en partie, composé de gutta-percha. M. M.

ainsi, non-seulement un circuit fermé, mais un meilleur circuit; c'est-à-dire un circuit présentant *moins de résistance* qu'en employant un fil de retour, et nous épargnons, ainsi, moitié de la dépense de fil, tout en obtenant de meilleurs résultats. Quand il n'y a pas de tuyaux de posés nous canalisons jusqu'à ce que nous atteignons la terre moite, où nous enterrons une planche de cuivre, et un fil procède de cette planche au bureau du télégraphe. Le dessin (*fig.* 6) aidera à comprendre ce qui vient d'être dit. Il y a un instrument de télégraphe dans la cabane, à droite, et un autre instrument correspondant dans le bureau, à gauche. La ligne de fils se poursuit tel qu'on le voit; les fils, en arrivant à leur destination, sont placés sous la barrière de la route; ils unissent le côté D d'un galvanomètre avec le côté U d'un autre.

Les autres côtés respectifs des galvanomètres communiquent avec la terre, soit par un fil soudé à une plaque de cuivre enterrée, ou dans d'autres cas, par un fil passant dans un puits. La ligne pointée dans la section du sol fait voir la *direction* dans laquelle la terre complète le circuit. Chaque station télégraphique est pourvue d'un *fil de terre;* afin que, en sus de son objet ordinaire (sur lequel nous reviendrons plus amplement) nous ayons la possibilité d'interrompre un point quelconque de la ligne, et de reconnaître les erreurs.

42. Ce qu'il y a de plus remarquable dans le circuit de la terre c'est qu'il semble ne présenter aucune résistance à la circulation de la force, au lieu que les fils métalliques, les *meilleurs* de tous les conducteurs, offrent tous une résistance *très-sensible;* si la terre était une *masse solide de métal* elle ne fonctionnerait pas mieux. Par exemple : dix fils entrent dans le bureau de Londres (voyez *fig.* 10, § 52), chacun allant d'un côté du galvanomètre. Les autres côtés des galvanomètres

sont joints respectivement par dix fils avec une longue *tige de cuivre*, et ce cuivre va aux conduites d'eau. Maintenant, les fils, malgré toute notre attention et toutes nos dépenses (§ 34) pour les isoler l'un de l'autre, dans leur cours le long du chemin de fer, s'amassent l'un l'autre, et se réunissent ensemble pour ne former qu'un paquet, aussitôt qu'ils ont passé le galvanomètre. La continuation pointée des fils indiquée E à Ramsgate, à Deal, et à Douvres (*fig.* 10, § 52) montre cet effet.

43. Nonobstant cette union des fils, on peut envoyer un courant le long de l'un des dix sans qu'aucune partie se distribue sur les neuf autres ; nous nous trouvons ainsi en présence du phénomène le plus extraordinaire: un fil métallique — et l'un des meilleurs conducteurs de l'électrécité — agissant comme parfait isoloir, ou non-conducteur. Plus on examine attentivement ce phénomène, et plus il est frappant. Comme exemple, prenez deux fils seulement : ils sont *unis* et joints au fil de terre avant d'entrer dans l'instrument de Londres. On les tient soigneusement séparés de Londres à Douvres; mais, après avoir passé l'instrument de Douvres ils sont unis de nouveau, et sont joints au fil de terre, de manière qu'ils forment une espèce de gance continue; cependant le courant qu'on s'est proposé de faire passer par un fil prend toujours la terre comme *moitié retournante* du circuit, et aucune portion de ce courant ne prend sa route par le fil qui l'accompagne. Mais, si une cause quelconque divise le fil de terre, le cas change tout-à-fait : le courant en annonce lui-même la nouvelle par son action renversée sur l'autre galvanomètre, car alors il accepte le fil à côté de lui, et dont il ne voulait nullement auparavant.

44. Cette *parfaite* action du circuit de la terre a communément été attribuée à la conductibilité *bonâ fide.* Ses propriétés conductrices notoirement inférieu-



res, comparativement à un fil de métal, sont considérées comme plus que contre-balancées par son énorme masse. Par exemple, dans le dessin (*fig.* 6) l'aire de la section de la masse terrestre est si grande relativement à l'aire de la section du fil de 4 millimètres qui accompagne le conducteur, que sa conductibilité paraît devoir être regardée comme zéro si l'on faisait une comparaison.

45. Poursuivons cette idée et prenons pour la terre un pouvoir conducteur maximum égal à celui de l'eau salée, ce qui est une limite extrême. Maintenant, le fil de fer, suivant Cavendish (cité dans la chimie de **Brande**) conduit l'électricité 4,000,000 de fois mieux que l'eau de mer. Notre fil de fer a 4 millimètres de diamètre; le pouvoir conducteur des corps est comme l'aire de leur section. Avec ces données, un simple calcul nous fait voir qu'un cylindre de terre de 8 m. 50 aurait une section dont la puissance conductrice équivaudrait à celle d'un des fils de télégraphe. Aussi, si un fil de 4 millimètres accompagnait une telle section de terre, c'est-à-dire s'ils étaient joints, comme cela a lieu en pratique, pour donner passage à un courant voltaïque, il en passerait exactement la moitié par chaque voie. Mais ici il n'en passe *nullement* par le fil à côté, parce qu'une masse de terre *infiniment plus grande* que celle que l'on peut dire utile sert de conducteur. S'il y avait une *petite* trace de courant dans le fil accompagnateur, nous pourrions faire des comparaisons; s'il y avait $\frac{1}{100,}$ ou $\frac{5}{100,}$ nous pourrions dire que le cylindre de terre est d'un diamètre de 84 mètres ou de 186 mètres; mais tel n'est pas le fait. Et ce qui plus est, c'est qu'à la station de Londres il est question de *neuf* fils accompagnateurs. Ceci nous forcerait à multiplier les chiffres ci-dessus par $\sqrt{9}$ ou 3; et

nous aurions 252 ou 558 mètres. De plus encore, huit de ces fils sont plusieurs *milles* plus courts que les autres, et, par conséquent, meilleurs conducteurs, ce qui nous ferait encore aussi augmenter.

46. Ce ne sont pas les seules difficultés qui encombrent cette étude de l'action de la terre. Les matières solides de la terre n'étant que de pauvres conducteurs, nous devons donc attribuer son action aux fluides et aux corps composés qu'ils contiennent en solution. Mais Faraday dit que « sans *décomposition* la transmission de l'électricité n'a pas lieu » ; ainsi le liquide ou la partie humide d'un énorme cylindre, n'ayant pas moins de 600 mètres de diamètre, et s'étendant à 88 milles, subirait une décomposition, et donnerait du gaz hydrogène à Londres et de l'oxigène à Douvres, pour que la terre serve de conducteur et forme la moitié retournante du circuit entre ces deux villes.

47. *La terre réservoir d'électricité.* -- Quant à moi, j'ai vu long-temps la confusion dans laquelle cette question nous jette, et je n'ai pu admettre l'existence d'actions aussi étendues que celles auxquelles nous avons été conduits par les recherches ci-dessus ; nous sommes donc réduits à l'autre seule alternative de *rejeter* l'idée de *conductibilité,* en ce qui concerne la terre, et, en même temps, de regarder simplement le globe comme un vaste *réservoir* d'électricité. Nous savons que si un nuage est trop chargé d'électricité *positive*, ou trop chargé d'électricité *négative, n'importe laquelle des deux,* un éclair se forme et se dirige vers la terre, après quoi l'équilibre se trouve rétabli. De même, le conducteur d'une machine électrique étant chargé, soit *positivement*, soit *négativement,* se décharge à l'instant et se rétablit dans son état normal en communiquant avec la terre. De même, si le pôle d'une batterie voltaïque communique avec la terre ; une certaine dé-

charge a lieu. Prenez, comme exemple, l'expérience de M. Gassiot. Il a isolé une combinaison voltaïque par des supports en verre sur un fourneau d'Arnott. « Si, en cet état, un des pôles est touché de la main, sa tension électrique est évidemment détruite, les mobiles de l'électroscope en communication sont inertes, pendant que ceux d'un électroscope attachés à l'autre final atteignent leur extrême divergence.... Généralement, le moyen d'élever la tension d'une extrémité de la batterie est de toucher l'autre. »— *Trans. Phil.* 1844. Part. 1, p. 46. Dans notre cas, les deux extrémités de la batterie communiquent avec la terre — l'une à Londres et l'autre, par un long fil conducteur, à Douvres. Et il semblerait qu'ils sont respectivement neutralisés, l'un par l'électricité positive et l'autre par l'électricité négative obtenues de la terre, ou, pour employer l'autre forme d'expression, l'extrémité positive de la batterie céderait l'électricité positive à la terre à Londres, et l'extrémité négative céderait l'électricité négative au moyen du fil à Douvres, ou *vice versâ*.

48. — L'improbabilité de la vieille idée de la conductibilité de la terre est plus que confirmée par les expériences récentes de M. Breguet. Ces expériences, dont l'abbé Moigno a rendu compte, ont été faites sur sur la ligne du chemin de fer entre Paris et Rouen. M. Breguet a construit deux galvanomètres jumeaux (§ 16) aussi pareils que possible, et qui étaient très-uniformes dans leur action, afin d'apprécier, dans le même moment, la valeur respective des forces aux deux stations. Il passa des courants entre Paris et Rouen; une fois par un circuit *tout en fil,* une autre fois par un circuit *moitié fil et moitié terre.* En substituant le circuit de terre au fil de retour, il réduisit toujours la résistance de *moitié ;* en d'autres termes, un circuit de 40 milles de fil et de 40 milles de terre, présentent la

même résistance, et donnent les mêmes résultats; la terre n'offrant *nulle* résistance; et, s'il en est ainsi, n'agissant pas comme conducteur. M. Moigno considère la terre agissant comme « un réservoir, ou une tranchée, dans lequel l'électricité positive d'un côté, et l'électricité négative de l'autre, sont perdues ou absorbées. » Gauss, de Göttingen, émet une opinion semblable : il regarde la terre comme absorbant, ou soutirant, l'électricité. La question, cependant, reste irrésolue. Mais il nous importe peu de savoir comment agit la terre en transférant la force, pourvu que nous connaissions *l'effet* pratique du fil de terre. Ceci posé et entendu, nous pouvons procéder à notre description.

49. *Les touches sonnantes,* — employées à transmettre un courant le long du fil spécialement destiné aux carillons, n'ont été qu'indiquées (§ 31) parce qu'il faut pour comprendre leur action connaître d'abord le circuit terrestre. Maintenant nous pouvons décrire, premièrement, la forme la plus simple; et, secondement, la forme perfectionnée. L'une envoie le courant, d'un bout à l'autre, tout le long du fil; l'autre envoie le courant de la *station sonnant* à chaque bout de fil. La *fig.* 7 est une section de la première, et l'on y voit sa communication avec l'électro-aimant du carillon (*fig.* 4. § 28); j'ai omis tous les ajùstages et supports. A est un petit tambour en cuivre de 0 m. 019 de diamètre sur autant de longueur, percé dans la direction de sa longueur, par deux trous, *f* et *g*, garnis d'ivoire. Au côté, et à angles droits de chacun des trous *f* et *g*, et les rencontrant, sont percés deux trous *c* et *z*, qui sont également garnis d'ivoire. Les fiches d'ivoire *c* et *f* sont forés de manière à ce que les trous se rencontrent, précaution prise pour ne pas exposer le métal; un fil de cuivre raide entre à *f*, et un écrou de cuivre est vissé à *c* pour le retenir et former un contact serré. La

même chose se fait à *z* et *g*. Un fil de cuivre lâche est attaché à *f* et un autre à *g*; ils communiquent respectivement avec les extrémités cuivre et zinc de la batterie. Ainsi les têtes des chevilles *c* et *z* représentent les pôles de la batterie parfaitement isolés des métaux environnants.

La touche sonnante est représentée au repos; — et, comme A est de cuivre; *b'* un ressort d'acier; *d*, un fil de cuivre conduisant à l'électro-aimant; B, des bobines à fil de cuivre; *e*, un fil conducteur allant, par exemple, à Ramsgate, si cet appareil était à Canterbury (voyez *fig.* 10, § 52); E, le circuit de terre entre Ramsgate et Ashford; *a*, le fil de ligne d'Ashford à Canterbury; et *b*, un autre ressort d'acier; il y a là un circuit complet; ainsi donc si on envoie un courant au fil d'un autre endroit quelconque du circuit, il passera par l'appareil, et, en agissant sur cet électro-aimant, il fera sonner le carillon.

Pour nous servir de cet appareil et le faire envoyer un courant d'une extrémité à l'autre par le fil, nous retournons le tambour d'un quart, ce qui fait presser la cheville *c* sur le ressort *b'*, et la cheville *z* sur le ressort *b*; c'est-à-dire que nous brisons le circuit, et mettons les pôles de la batterie dans la rupture (§ 25), ce qui fait passer un courant dans la direction des flèches d'un bout à l'autre le long de la ligne et met toutes les sonnettes en mouvement. L'appareil est muni d'un fort ressort destiné à faire reprendre au tambour sa position naturelle quand la main est retirée.

50. Mais, avec cette touche, il est clair que si l'employé de Canterbury veut appeler l'attention à Ramsgate, il carillonne en même temps aussi à Ashford, ce qui est un inconvénient et une dépense inutile de force. J'ai donc imaginé la touche sonnante (*fig.* 8), qui envoie le courant d'un côté ou de l'autre de la ligne, suivant

les besoins ; et qui, en ne sonnant que dans une direction, économise la force. J'en ai muni toutes les stations intermédiaires, avec grand succès et beaucoup d'avantage.

Prenons que cette touche est à Canterbury, où il s'en trouve effectivement une, *a* est le fil conducteur, de Canterbury à Ashford, d'une cheville de cuivre *s*, à gauche du lecteur ; *e* est l'autre fil conducteur de Canterbury à Ramsgate, et partant d'une autre cheville, que l'on voit à droite ; la ligne pointée E' est le circuit de terre entre Ashford et Ramsgate ; *b* et *b'* sont deux forts ressorts en acier appuyant ferme sur les chevilles *s* ; les ressorts *b* et *b'* communiquent respectivement avec chaque côté de l'électro-aimant B par des fils *c'*. Le circuit est complet, et une autre station peut envoyer un courant, supposons, dans la direction des flèches, qui met en mouvement le carillon de Canterbury. Le tambour A est en cuivre, comme avant, et percé de même ; il est aussi garni d'ivoire à *f* et *r*. et à *g* et *z* ; mais, au lieu de simples chevilles, il est garni d'une forte tige courte *c*, et d'une plus longue *z*. E est une solide pièce de cuivre, de laquelle part un fil '*e* introduit en terre à Canterbury. Maintenant, si on tourne un peu le tambour dans un sens, la sonnette d'une ligne se fera entendre ; si on tourne dans un autre sens, ce sera celle de l'autre ligne qui sonnera. Nous allons décrire un de ces deux cas.

En faisant mouvoir le tambour, la tige courte *c* écarte le ressort *b'* du point *s* ; et, en continuant le mouvement, le fil *r* touche la communication avec la terre E. Nous commençons ainsi, comme dans toutes les opérations analogues (§ 25 et 49), par rompre le circuit, puis nous mettons les pôles *c* et *z* de la batterie dans la brèche. Le courant vient alors de l'extrémité cuivre de la batterie par le fil *f*, et se trouve écarté du tambour par l'ivoire, va de *c* au ressort *b'* ; il passe par l'élec-

tro-aimant B en suivant la direction des flèches, et par le fil *c'* monte du ressort *b* à la cheville *s*; de là, et par le fil *a*, il va à Oxford, où il entre en terre; puis le circuit est complété à E par le fil de terre ; et à E' il trouve z l'autre pôle de la batterie. En ce cas, le fil *e*, conduisant à Ramsgate, n'est pas compris dans le circuit ; et le courant ne parcourt qu'un côté de la ligne. Si on faisait mouvoir la poignée dans l'autre direction, le courant s'écoulerait sans mettre les timbres de cette ligne en mouvement. Un ressort remet le tambour dans sa position verticale.

51. *Un système de télégraphes*. Connaissant à peu près en détail les diverses parties d'une ligne télégraphique, nous sommes maintenant mieux disposés à étudier comment elles se trouvent combinées en un système général. La compagnie du sud-est possède à elle seule un système de télégraphes qui ne communiquent nullement, soit sous le rapport de l'électricité, soit sous le rapport des relations commerciales avec d'autres séries : ils vont servir à notre explication. Ils s'étendent de Londres à Rochester, et de Londres à Douvres, avec des embranchements sur la route de Kent, à Tunbridge Wells, à Maidstone, et à Ramsgate, Deal et Margate ; leur parcours total est d'environ 182 *milles*. La *fig*. 9 est une carte de cette étendue, et montre la position géographique des stations télégraphiques, ainsi que les portions du chemin de fer de cette compagnie, à qui appartient aussi la ligne de Reigate à Reading, de 46 *milles* de long, sur laquelle il n'y a pas encore de télégraphe, et les lignes, non encore complétement terminées, de Tunbridge Wells à Hastings, et d'Ashford à Rye, près d'Hastings.

La *fig*. 10 est le plan des appareils télégraphiques sur cette étendue de pays. Les lignes ═══════ représentent les fils, désignés en pratique par 1, 2, 3,

4, etc.; les demi-points ◗ désignent les carillons d'alarme, et les poins entiers ● les galvanomètres; les simples points sont des instruments à simple aiguille (*fig.* 3, § 23, et *fig.* 15, § 104), et les points compris dans un cercle ⊙ les instruments à deux aiguilles.

52. Les stations sont disposées en groupes, il y en a six ou sept par groupes. Les lignes du plan sont *continues* d'un bout à l'autre d'un groupe : où les lignes se terminent, ou s'interrompent, le groupe se termine. Le plus important de nos groupes est celui de Londres à Douvres, sur les fils marqués 1 et 2; on voit que ces fils passent par toutes les stations inférieures et que les stations importantes, Tonbridge, Ashford et Folkstone, sont munies d'instruments en addition aux stations finales. Pour traverser ces stations on leur ajoute des liens; des fils sont introduits dans les instruments par chaque côté du lien, comme il a déjà été dit (§ 37). Les plus petites stations ont une seconde paire de fils, nos 3 et 4, allant d'un bout à l'autre de la ligne; ces fils, toutefois, s'arrêtent à Reigate, Tonbridge, Ashford et Folkstone, et forment cinq groupes inférieurs de 3, 5, 6, 3 et 2 stations respectives. La série entre Douvres et Londres a cinq instruments à double aiguille; et la sonnette est sur l'un ou l'autre des fils, comme on le voit dans le plan. Il y a quelques groupes inférieurs qui ont aussi, comme les autres, des instruments à double aiguille, avec la sonnette sur l'un ou l'autre des deux fils; et d'autres instruments à simple aiguille occupant un des fils, et le carillon l'autre. Londres à Reigate, y compris Merstham, a *trois* instruments à double aiguille; Douvres à Folkstone, *deux;* Reigate à Tonbridge, y compris les stations intermédiaires, ont *cinq* instruments à simple aiguille sur le fil 3, et cinq alarmes sur le fil 4; il en est de même pour les *six* stations de Paddock Wood à Ashford inclusivement, et pour les *trois*



d'Ashford à Folkstone inclusivement. Une troisième paire de fil, faisant un total de six, peut se voir de Reigate au tunnel après Merstham. Et de Londres une paire va aux stations de Briclagers'Arms, et deux paires à Gravesend et Rochester, ce qui fait, en tout, dix entrant à la station de Londres. Il est certain, d'après cela, que le nombre de fils que l'on voit sur un chemin de fer ne veut pas dire, comme les gens du monde se l'imaginent, que les télégraphes d'Angleterre exigent plusieurs fils pour marcher; mais bien qu'il existe un grand système, et qu'il faut desservir beaucoup de stations. Quant à ce qui concerne spécialement le télégraphe, nous pourrions n'avoir que deux fils, et même un seul, entre Londres et Douvres, et conduire ces fils dans chaque station. Il est vrai, cependant, que nous ne serions pas à l'aise avec un groupe de dix-huit stations, et que, comme deux paires de stations ne pourraient employer la même partie des fils en même temps, les communications entre les stations Douvres et Londres seraient continuellement interrompues, et qu'elles interromperaient aussi, à leur tour, les autres. Alors, quoique toutes les stations seraient nominativement des stations *télégraphiques*, elles ne se trouveraient virtuellement autre chose que l'inverse, car constamment on serait en attente, en confusion et en interruption.

53. La ligne de *North-kent*, de Londres à Rochester, a, de même, un groupe complet de *cinq* stations principales sur une paire de fils, et deux plus petits groupes de *six* et *sept* stations respectivement, sur une seconde paire. Il y a partout des instruments à double aiguille, avec des carillons sur l'un des fils d'aiguilles. Les embranchements de Tunbridge Wells, de Maidstone, de Ramsgate, de Deal, et de Margate, ont chacun une paire de fils par instrument à double aiguille aux stations

indiquées sur le plan, et un troisième fil pour le carillon. A Tonbridge, les aiguilleurs (§ 36) ont des instruments à simple aiguille et des carillons sur *un seul et même fil;* à Tunbridge Wells, ils ont les instruments sur un fil, et les carillons sur un second. Nous avons ainsi des exemples de plusieurs méthodes de combiner les appareils.

54. J'ai dit (§ 41) que toutes les stations avaient un fil de terre. J'ai montré aussi comment il fallait que tous les groupes se terminassent dans la terre; alors l'usage du fil de terre à Margate, Ramsgate, Deal, Maidstone, Tunbridge Wels, Londres, Rochester, etc., etc., se comprend facilement. Puis en décrivant la touche-sonnante (§ 50) j'ai fait voir l'application du fil de terre pour sonner l'alarme dans une direction quelconque suivant les besoins.

55. *Appareil silencieux.* Il y a une troisième application du fil de terre, dont nous nous servons à Tonbridge, Ashford, et Folkstone, sur la ligne principale; et à Lewisham, Woolwich, et Gravesend, sur la ligne de North-kent. Prenons Tonbridge pour exemple : — nous avons représenté les fils 1 et 2, poursuivant une une course interrompue de Londres à Douvres, et comprenant dans leur course l'instrument de Tonbridge: alors, Londres faisant un signal pour Douvres, ou Douvres pour Londres, il doit naturellement se voir à Tonbridge; et si Tonbridge fait un signal pour Londres, il faut qu'il se voie à Douvres; parce que le circuit commence avec la plaque de terre à Londres, et se continue par le fil non interrompu qui va à la plaque de terre de Douvres; et, quoique inutile à Douvres, le courant, dans ce cas, doit aller jusque-là pour atteindre la terre et compléter le circuit. Mais, si nous usons d'un moyen de le faire arriver à terre à Tonbridge, nous lui épargnerons un long et inutile trajet, et il entrera

en terre à l'endroit le plus près : Si donc, en correspondant de Tonbridge avec Londres, nous menons à Tonbridge deux petits fils de la terre aux fils conducteurs, du côté de Douvres, de l'instrument de Tonbridge, nous coupons la ligne et nous forçons notre signal à n'aller que dans la direction que nous voulons, c'est-à-dire, à Londres : en mettant le fil de terre de l'autre côté de l'instrument de Tonbridge, notre signal ne passe que dans l'autre direction. Une petite disposition, nommée par nous *l'appareil silencieux*, est calculée pour exécuter aisément cette opération. On en voit le devant au bas de l'instrument (*fig.* 14 § 90), avec un index qui indique la position dans chaque opération. Quatre ressorts, deux aux fils du côté de Londres de l'instrument et deux à ceux du côté de Douvres, sont disposés pour le service sur un cylindre en buis. Une tige de cuivre en communication avec le fil de terre est incrustée dans le bois ; et, en tournant le cylindre dans une direction, la tige de cuivre se trouve en contact avec les ressorts du côté de Londres, ou dans la direction opposée avec ceux du côté de Douvres; de sorte que l'un ou l'autre des fils communique avec la terre. Cette opération possède un double avantage : en réduisant de moitié la distance, elle nous permet de marcher avec une moins forte batterie ; et en limitant nos signaux à la moitié des fils, elle laisse en liberté l'autre moitié aux autres stations ; ce qui fait que pendant que Tonbridge s'entretient avec Londres, Ashford peut s'entretenir, sur la continuation de la même ligne, avec Douvres. Le nom de cet appareil dérive d'une autre disposition qui l'accompagne : quand l'index indique le mot silence, une tige de cuivre se trouve en communication métallique avec les ressorts de chaque côté de l'un des galvanomètres, et une autre tige avec ceux de l'autre galvanomètre, nous formons donc un

court circuit, et nous faisons répéter nos propres signaux par notre propre instrument seulement, et les signaux passent les autres stations sans entrer dans notre instrument; en fait, c'est absolument comme si les fils n'entraient pas du tout dans la station de Tonbridge. L'appareil silencieux de la ligne de North-kent est le même en principe, mais sa construction est différente.

56. Par l'arrangement ci-dessus toute la ligne est munie d'instruments, sans qu'aucun endroit soit incommodé, et l'examen du plan fera voir que quand une station n'est pas en communication directe avec un groupe, elle peut envoyer son message partout; par exemple, Londres envoie un message à Penshurst en suivant, soit la voie de Reigate, soit la voie de Tonbridge.

57. *Plates-formes.* Dans les circonstances ordinaires, les lignes d'embranchements télégraphiques se terminent aux stations de jonction, comme l'embranchement de Deal à Minster, de Ramsgate à Ahsford, de Maidstone à Tonbridge, de North-kent à Londres. Mais il y a des dispositions pour changer à volonté les fils d'embranchements sur les fils de la ligne principale, à peu près comme on change les trains d'une ligne à l'autre au moyen des aiguilles. La *plate-forme* que j'ai inventée est un cylindre de bois de buis, incrusté de certaines tiges de cuivre, et monté sur une petite boîte de protection intérieure en acajou; une série de ressorts d'acier pressent chaque côté du cylindre, et vont à l'extrémité extérieure de la boîte; les fils communiquent à ces extrémités. Les tiges de cuivre sont disposées de manière que dans une position du cylindre les ressorts forment un assortiment de paires de ressorts, et qu'en faisant faire un quart de révolution ils forment un autre assortiment de paires. Nous expliquerons mieux cela quand nous décrirons l'intérieur d'un bureau de

télégraphe (§ 63) : pour le moment il suffira de savoir que dans l'un des cas les deux ressorts des fils d'embranchement s'unissent respectivement avec les ressorts du fil de terre, à la station de jonction, pendant que la ligne principale est ouverte d'extrémité à l'autre ; dans l'autre cas les deux ressorts des fils d'embranchement s'unissent respectivement avec les deux fils remontant la ligne, pendant que les deux fils qui la descendent sont unis avec la terre, à la station de jonction. Dans le dernier cas, les signaux de Londres, au lieu d'aller à Douvres, prennent l'embranchement descendant, — peut-être de Maidstone, de Ramsgate, et même de Deal ; ce qui donne à Londres l'immense avantage de pouvoir lui-même entretenir une communication directe avec les lignes d'embranchement sans aucun autre secours de la station de jonction que de tourner d'un côté, puis ensuite de l'autre : cette marche s'explique par les lignes pointées à Ahsford. Le circuit le plus long que nous obtenions ainsi est de 133 milles, de Deal à Rochester. Je dirai que pendant que Londres et les stations d'en haut peuvent atteindre aux embranchements avec le secours des plates-formes, elles ne procurent pas le même avantage à Douvres et aux stations d'en bas, parce que ce n'est pas encore exigé.

58. *Double plates-formes.* Cependant, j'ai monté une plate-forme à double action à la station de Tonbridge (*fig.* 12, § 64), communiquant avec les fils qui partent de chez moi ; il n'y a qu'un cylindre, mais le cuivre est arrangé de manière et les ressorts disposés de façon que mon instrument peut être mis en communication, soit avec Londres et la ligne de North-kent, où avec Douvres et les embranchements, suivant les besoins. Mais, en le mettant, lui ou un autre instrument d'embranchement, en communication avec le bas de la ligne, les signaux se trouvent renversés, et l'un ou

l'autre de nous doit lire à l'envers, à moins d'appliquer à l'instrument un appareil renversant l'ordre des communications pour les redresser. Du reste, avec un peu d'habitude, on lit très-bien à l'envers.

59. *Plates-formes à un fil.* Il y a une troisième espèce de plate-forme communiquant au plan de la ligne. Elle sert à convertir l'instrument à double aiguille en un à simple aiguille avec l'un et l'autre fil à l'une de ses aiguilles, et servirait si les fils conducteurs se mettaient en contact. A la station intermédiaire, elle est établie de façon que les deux fils d'en haut ou les deux fils d'en bas peuvent aussi bien être mis sur *l'une* des aiguilles : aux stations finales elle est disposée de manière que les fils peuvent se mettre sur l'une ou l'autre aiguille ; et elle a une position additionnelle par laquelle Londres se retire du circuit, quand la station de Bricklagers'Arms y est.

60. Le plan montre que les deux fils de Douvres bifurquent et ne se terminent pas seulement à Londres, mais à Bricklagers'Arms, — le fil 1 se terminant, ainsi que le fil 2, par une double branche, comme la lettre Y. Dans de telles circonstances, un signal venant de Douvres se diviserait à la jonction, et la moitié arriverait à chaque bout. Mais la règle est de ne conserver le circuit complet qu'à Londres ; et Bricklayers'Arms ne peut posséder la ligne que si les fils sont libres, en s'adressant à Londres au moyen du second télégraphe, ou des fils 5 et 6, entre ces stations. Chaque station a un cylindre en bois de buis, implanté de cuivre, qui, par un quart de révolution, permet à chaque station de briser ou de compléter le circuit. Quand Londres le laisse compléter par l'autre station, il le brise ; et il le complète de nouveau quand Bricklayers'Arms lui fait savoir qu'il a fini. Il y a des plates-formes spéciales à Gravesend et Woolwich qui permettent à Rochester ou

Londres de communiquer directement avec une petite station quelconque du North-kent.

61. Le plan est fait à l'échelle, mais pour plus de simplicité les branches y sont à angles droits. J'ai pris la position relative de l'observatoire de Greenvich, parce que j'espère qu'un jour viendra où des *conducteurs du temps* seront établis entre l'Observatoire et la station pour donner l'heure et les déterminations de longitude.

62. BUREAU DU TÉLÉGRAPHE. Dans le cours de nos descriptions, nous avons eu plus d'une fois occasion de parler des arrangements et des appareils d'une station télégraphique : maintenant nous allons pénétrer dans le bureau, et y examiner de près plusieurs sujets qui n'ont encore été qu'effleurés. La STATION DE TONBRIDGE va servir à notre examen. En regardant le plan (*fig.* 10) on peut remarquer la position majeure de cette station : elle est à mi-chemin entre la capitale et la côte, et au centre du reste de l'exploitation. C'est ici que se règle la marche du télégraphe; nous y avons ce qu'il faut pour entretenir la régularité du service de la ligne, pour nettoyer et réparer les appareils, et entretenir toutes les stations; c'est ici que nous plaçons toutes nos provisions. Nous favorisons et nous aidons toutes les stations, et sommes leur principale ressource en cas de détresse ou de difficulté, nous venons à leur secours pour les messages que leurs propres forces estropieraient et nous assurons, en tous cas, une régularité parfaite dans le service de la ligne.

63. Pour rendre cette station aussi efficace que possible, je l'ai pourvue d'un système parfait d'appareils, et qui va admirablement servir aux renseignements que nous voulons donner. La *fig.* 11 est un dessin exact de l'intérieur du bureau de Tonbridge, tel qu'il est aujourd'hui. La table supporte quatre instruments, et un cin-

quième se trouve sur un tasseau contre le mur. Les fils, qui sont en cuivre couvert de coton, entrent dans la pièce, au-dessus de la fenêtre, et viennent s'enrouler contre le lambris suivant leurs destinations respectives. Quelques-unes des batteries sont dans l'armoire au-dessous de la table, et les autres se trouvent dans un endroit spécialement destiné à cet usage dans la cour de la station. A gauche, est la séparation qui, suivant les règles du service des télégraphes, ne permet pas au public de passer.

64. — La *fig*. 12, qui est à l'échelle, est un dessin des fils et des instruments que l'on voit en place dans la *fig*. 11. On peut observer la correspondance de ces fils avec ceux des lignes (*fig*. 10) qui les mènent effectivement. Ils ont, à droite, un numérotage correspondant. Les nos 7, 8 et 9 sont les fils de Tunbridge Wells. La lettre U se trouve à droite des fils *d'en haut*, et la lettre D à droite des fils *d'en bas*. Un fil d'en haut est celui qui vient du côté de Londres (§ 37); un fil d'en bas, celui qui vient du côté de Douvres. Le dernier fil, marqué E, est le fil de terre, allant aux tuyaux du gaz.

65. A, est une tablette d'acajou, portant, pour chaque fil de ligne, autant de conducteurs ayant l'ancienne forme des conducteurs de la foudre. Un coude de cuivre, avec des pointes et une petite boule, est attaché à chaque fil; à l'opposé de chaque coude est placé un coude semblable; les pointes et les boules sont aussi près que possible l'une de l'autre, sans être positivement en contact. Ces seconds coudes sont tenus à vis sur une tige de cuivre qui part du fil de terre E, comme on le voit en haut du système. Le principe est que les charges atmosphériques, recueillies par les fils de ligne, se déchargeront par les pointes ou les boules dans la terre; assez souvent, dans les orages tonnants, il se fait de fortes décharges, très-vives, entre ces boules; elles

finissent même par endommager les instruments, ce qui fait que, maintenant, ces conducteurs sont rejetés. La tablette au-dessous de la tablette A, dont nous venons de parler, porte des conducteurs d'éclair sur un nouveau principe, représenté par la *fig.* 13 et qui sera décrit plus loin (§ 81, etc.)

66. B est une tablette portant trois baguettes en cuivre. L'une E communique avec le fil de terre E, de manière que c'est virtuellement une continuation du fil de terre, à proximité commode, derrière les instruments. Les autres marquées *c* et *z* communiquent respectivement avec les extrémités cuivre et zinc de la batterie. Elles s'étendent le long de la tablette et conduisent ainsi la puissance de la batterie à portée des instruments. Je n'en ai indiqué qu'une partie pour éviter toute confusion.

67. La table et ses quatre instruments, vus en perspective dans la *fig.* 11, sont ici en plan. L'instrument le plus proche de la croisée, vis-à-vis lequel l'employé est assis, et duquel la *fig.* 14 (§ 90) est une élévation, est celui qui communique avec Londres et Douvres. 2 est l'instrument à simple aiguille, (*fig.* 15 § 104). C'est la fin d'un groupe dont Reigate est le commencement. 3 est l'un de deux instruments dont l'autre est à Tunbridge Wells. 4 est l'instrument final du groupe de Maidstone, l'autre instrument final est à Maidstone. 5 est l'un de deux instruments dont le semblable est dans mon habitation. Pour le comprendre dans ce plan j'en ai changé un peu la véritable position. Les lignes pointées sont les lignes extérieures des instruments. Le rapport de ces cinq instruments avec ceux des autres stations peut aisément s'inférer à l'inspection du plan (*fig.* 10). Je n'ai fait voir qu'à un instrument, n° 2, comment les extrémités *c* et *z* sont liées aux fils de la batterie : les fils de cuivre y vont de la tablette B. J'ai montré les extré-

mités *c* et *z* au repos, et j'ai omis les fils pour éviter la confusion. J'ai donné les lignes extérieures des galvanomètres et des électro-aimants de tous les instruments dont la liaison peut se tracer. Du fil de terre E, un fil va partout : aux nos 1, 2 et 3 il passe directement; aux nos 4 et 5 il arrive, en contournant, par le moyen des plates-formes *a*, *b* et *c*. Les fils qui partent du côté gauche du galvanomètre prennent tous la ligne d'en haut, ou vers Londres. Ceux de droite, la ligne d'en bas, ou venant de Londres. C'est ce que l'on peut voir en traçant les fils sur le plan. Quand les fils se croisent sur le plan, il doit être entendu qu'ils ne se touchent pas l'un l'autre. Il n'y a pas de difficulté à tracer les fils qui vont sans interruption au-dessus de la tablette A; mais il faut un peu plus d'explication pour comprendre ce qui concerne ceux qui passent par une plate-forme.

68. La plate-forme *c* (§ 57) est destinée à mettre l'embranchement de Maidstone en communication avec Londres; la plate-forme double *a* (§ 58) sert à faire communiquer l'instrument du directeur, soit avec Londres, soit avec Douvres; la plate-forme *b* (§ 59) relie tous les fils, aussi bien ceux d'en haut que ceux d'en bas de la ligne, avec la même bobine à aiguille, dans les cas de communication entre tous les fils. J'ai donné précédemment la construction et les principes généraux de la plate-forme. Je n'ai pu donner ici la section des cylindres, car le plan est sur une échelle trop petite. Cependant nous en voyons l'application par le tracé du fil 1; *premièrement*, pendant que la communication complète entre Londres et Douvres est ouverte; et, *secondement*, quand la communication est établie entre Londres et Maidstone.

69. Notre premier exemple sera le parcours d'un signal allant depuis Londres jusqu'à Douvres, et dont la course est indiquée par de petites flèches. Il entre

dans la station par le fil supérieur 1, le premier fil à gauche; il va à gauche de la plate-forme *a*, où il entre par la seconde extrémité; il traverse la boîte et le cylindre et sort de l'autre côté par l'extrémité immédiatement opposée : dans cette position, le cylindre a, pour ce fil, un morceau de cuivre implanté sur chaque côté, et uni par un lien de cuivre qui parcourt le cylindre. Ensuite le courant va en ligne directe à la plate-forme *b*, où il entre par la seconde extrémité à main gauche, et passe dans la direction des flèches contiguës, il l'abandonne par l'extrémité première ou supérieure du même côté. Ce tambour, ainsi arrangé, porte une tige de cuivre, suffisamment longue pour que les ressorts de ces extrémités passent dessus. Maintenant le courant va à la plate-forme *c*, où il entre par la première extrémité à gauche et ressort par la seconde du même côté, la communication étant exactement semblable à celle qui vient d'être décrite. Il poursuit à présent sa course et arrive sans interruption à l'instrument télégraphique dans lequel il entre à gauche de la bobine qui se trouve elle-même à gauche : il circule autour de la bobine et, quand il la quitte, il entoure celle de l'électro-aimant de l'alarme. Sa route est alors l'extrémité supérieure à droite de la plate-forme *b*, et son point de sortie la seconde extrémité du même côté; il quitte ainsi la station pour continuer sa course jusqu'à Douvres, par le fil inférieur n° 1, D.

70. Nous tracerons maintenant la course du même fil supérieur 1, quand la plate-forme *c* est tournée pour mettre Londres en communication avec Maidstone. Le courant suit la même route qu'avant, jusqu'à ce qu'il arrive à la plate-forme *c* : il entre alors par l'extrémité supérieure à gauche et passe par la boîte et le tambour qu'il quitte par l'extrémité supérieure à droite; puis il descend à gauche de la bobine gauche de l'instrument

de Maidstone, nº 4; passe autour de la bobine et continue sa marche jusqu'à Maidstone par le fil 3, qui devient le nº 1 de l'embranchement de Maidstone à Paddock Wood, comme on le voit dans le plan (*fig.* 10, § 52). Mais les plates-formes sont ainsi calculées que pendant qu'elles opèrent une communication particulière à une partie de la ligne, elles pourvoient parfaitement à la partie moins immédiate, en mettant les fils qui conduisent à cette partie en communication avec la terre, ce qui complète le circuit, aussi loin qu'il aille. Dans cet exemple-ci, la même opération qui tourne les fils supérieurs 1 et 2 de Maidstone, joint la terre avec le dessus de l'instrument de manière que la communication reste parfaite entre Douvres et Tonbridge. En suivant des yeux, et dans le sens inverse des flèches, le fil qui vient de la bobine gauche de l'instrument, on l'aperçoit à la seconde extrémité de la plate-forme *c*; la connexion est telle ici que le circuit se continue de l'autre côté de la boîte et du cylindre, où a lieu la connexion avec l'extrémité inférieure du même côté, quand un fil descend au fil de terre commun. Ce qui vient d'être dit du fil 1, s'applique également au fil 2.

71. La plate-forme *a* a permis au circuit du fil supérieur 1 d'entrer d'un côté et de sortir de l'autre; mais une position différente du cylindre fermerait ce circuit, ferait sortir le courant par l'extrémité suivante au-dessus de celle par laquelle il est entré. De cette extrémité, le fil conduit à gauche de la bobine gauche de l'instrument, nº 5; il passe à droite de la bobine par le fil qui passe en haut, et qui conduit le long de la portion de la ligne d'embranchement de Tunbridge Wells, et sous la route d'Hastings à l'instrument jumeau de mon bureau.

72. L'action de la plate-forme peut mieux se comprendre, en montrant comment elle opère, dans ses

trois positions, sur les deux fils qui, de l'instrument n° 5, y aboutissent. Quand ce circuit se termine à la station de Tonbridge, la course du courant s'opère directement à travers la boîte; il y a là trois extrémités, communiquant chacune avec la terre par un fil commun. Quand on la tourne pour finir à Londres, sa course est extérieure à la boîte du même côté qu'il entre; et quand il doit finir à Douvres, il traverse le tambour, mais de manière à sortir par la paire de fils qui passe entre les deux boîtes, l'arrangement étant tel que la terre, en chaque cas, communique avec le circuit dont on ne se sert pas pour le moment.

73. Il serait trop long de décrire la course de toutes les séries de fils; mais, par ce qui vient d'être dit, le lecteur attentif n'éprouvera pas de difficulté dans l'étude de chacune, car elles sont exactement tracées et correctement nombrées. Or, en comparant ce plan avec le plan général de la ligne, il ne peut y avoir grande difficulté à reporter les arrangements spéciaux de ce bureau à la disposition générale de la ligne.

74. La manière dont les fils, soit *d'en haut* ou *d'en bas*, communiquent avec l'aiguille gauche (§ 59), par la plate-forme *b*, peut être bientôt expliquée. Quand tout est bien, le tambour se présente aux ressorts de façon que les bouts de cuivre s'assemblent en paires, deux paires de chaque côté de la boîte. C'est la position dans la course qui a été tracée du fil 1 (§ 69). Supposez que les fils *en bas* de la ligne soient ensemble, et qu'il faille les réunir à gauche de la bobine à aiguille dans l'intérieur de la station de Tonbridge : le fil le plus haut ira de la droite de la boîte à l'aiguille gauche, et les deux fils du milieu seront les fils d'en bas, nous n'aurons qu'à tourner le cylindre pour qu'une tige de cuivre se présente et appuie sur les trois ressorts, rassemblant en même temps les fils avec une aiguille, et

laissant l'autre aiguille hors du circuit. Il en est de même pour le fil d'en haut ; on n'a qu'à tourner dans l'autre direction et la tige de cuivre se présente de l'autre côté.

75. *Circuits de carillon.* — La description du circuit de l'alarme (§ 31, 49) peut encore être mieux comprise par ce plan. Dans la course du fil 1 de Londres, après avoir passé la bobine à aiguille gauche de l'instrument nº 1, on a vu (§ 69) qu'il passait la bobine à sonnette ou l'électro-aimant, avant de quitter la station sur son chemin pour Douvres. L'aimant agissant, la sonnette marche ; mais si le portant de la sonnette (§ 31) était tourné, le courant passerait plutôt en travers * par les plus forts fils. Ces fils se continuent autour de la chambre, et il y a dans l'intérieur une autre poignée de sonnette à la portée de l'employé, qui peut faire le court circuit ⁂ sans quitter son siége.

76. La tige à sonnette de Maidstone, nº 4, est sur un troisième fil, distinct de la bobine à aiguille. Le fil 5, D, descend à l'électro-aimant ; il se continue de l'aimant à la touche sonnante (§ 50, *fig.* 8) ; de là, il remonte joindre le fil de terre E', sur la tablette B. Le fil à timbre de Tunbridge Wells 9 suit une course semblable ; mais, toutefois, il commence par la touche sonnante, puis il va à l'électro-aimant, et enfin au fil de terre. Le fil 4, U, qui vient de Reigate, fait le même service. J'ai donné le trait de la boîte à sonnerie, et le tasseau sur lequel elle est posée et auquel se trouve la touche sonnante. D'après cette description, ces trois sonnettes sont toujours en circuit, et c'est ainsi qu'elles sont dans toutes les stations qui en sont pourvues ; mais nous avons ici un appareil supplémentaire qui peut faire le court circuit quand le bruit du timbre, carillonnant pour d'autres stations, interromprait le travail.

Des dispositions telles que celles que nous venons de

décrire existent dans toutes les stations où elles sont en rapports avec les besoins de chacune d'elles. Par ce simple aperçu le lecteur le plus insouciant aura pu remarquer quelles grandes difficultés on peut surmonter par des moyens d'intercommunication bien calculés entre les instruments. J'aurais pu m'étendre davantage sur les ressources de cette station, et montrer comment nous pouvons, en même temps, recevoir par le télégraphe une dépêche de Douvres, d'un côté de la table, et en envoyer une autre à Londres, de l'autre côté; comment nous pouvons couper la ligne et en essayer la nature; comment nous pouvons veiller aux variations d'insulation ou à l'augmentation de résistance, et reconnaître les points les plus faibles, puis y porter remède; comment enfin le chef peut commander toute la ligne de chez lui, la nuit, aussi bien que de son bureau, le jour, et donner, aussi promptement que la pensée, des instructions dans toutes les occasions et en tous temps; mais nous ne devons pas nous arrêter à ces détails.

77. *Conducteurs de la foudre.* — J'ai donné à entendre (§ 65) que la foudre n'était pas un visiteur très-extraordinaire pour les bureaux de télégraphes, et que nous ne pouvions pas espérer qu'il en soit autrement quand l'orage est proche, car nos lignes de fils sont essentiellement disposées pour la recueillir, et (comme nous avons des fils de terre dans tous nos bureaux) pour la conduire, *via* nos instruments dans le sol. J'ai dit (§ 35) que les poteaux avaient une défense pour les garantir contre un coup violent; et j'ai décrit (§ 65) l'ancienne méthode de protection intérieure.

78. Il ne semble pas, et l'expérience jusqu'à présent confirme cette prévision, qu'une quantité dangereuse de foudre se dirige dans l'intérieur d'un bureau, car il y a beaucoup d'endroits, aux abords des constructions, où

le fil approche assez les canaux pour s'y débarrasser d'un excès de charge. Mais il est arrivé très-souvent qu'il a pénétré assez de foudre pour fondre le fil des bobines d'alarme et des bobines à aiguille, et même pour fondre en partie un fil un peu plus gros, ce qui effrayait par la lueur et le bruit. Les fusions ont lieu aux endroits où la foudre quitte le fil pour traverser l'air jusqu'à un conducteur allant à la terre. On doit se souvenir aussi qu'il n'est pas nécessaire que la décharge ait lieu positivement par le fil, ou au moyen du fil, pour produire un effet sur l'instrument. Car, si la foudre éclate dans la proximité des fils, sans y toucher, elle troublera, pendant sa courte existence, l'électricité naturelle du fil, le mettra en mouvement, et cela fortement. Et ce phénomène, probablement plus fréquent qu'un véritable coup de foudre, est, à cause de son moins de violence, une chose plus maniable.

79. J'ai inventé le conducteur de la foudre représenté par la *fig.* 13. Les deux choses qui le distinguent sont que le fil venant du fil de la ligne, ***passe dans l'intérieur d'un cylindre métallique en communication avec la terre***; et que dans la longueur de l'intérieur du cylindre, le bout de fil est au moins ***aussi fin*** que celui des bobines d'alarme ou à aiguille, et même, ce qui vaut mieux, un peu ***plus fin***.

80. C'est une propriété bien connue des charges ordinaires d'électricité que celle de s'étendre et d'occuper la surface des corps conducteurs. Si on a un vase métallique isolé par des pieds de verre, et qu'on se serve d'une boule de cuivre, pendue à un fil de soie, pour conduire une charge d'électricité d'une machine électrique ordinaire à *l'intérieur* du vase, la décharge aura lieu dès que les deux métaux se toucheront; et en recherchant alors dans l'intérieur du vase, on n'y découvrira aucune trace d'électricité, la charge semblera

évaporée. Mais, en recherchant à l'extérieur, on y retrouvera toute la charge. J'ai conclu de là que, dans le parcours d'un fil conducteur, on pouvait tirer avantage d'une disposition intérieure d'un fort cylindre métallique, en communication parfaite avec la terre; de manière que la charge, dans cet endroit de sa course, ne soit en contact qu'avec la communication de la terre et que son écoulement soit facile.

81. La *fig.* 13 représente le conducteur de la foudre, presque en grandeur réelle. A est un cylindre de cuivre d'un millim. et demi d'épaisseur (vu en section), en parfaite communication métallique avec la terre par le gros fil E, et isolé du fil conducteur par un disque de bois *a*, et une bobine de bois *b b*. Les flèches montrent la direction de la charge, du fil de ligne *c* au télégraphe, auquel il tient par la partie *d*. Les bouts de la bobine s'ajustent sur la surface intérieure du cylindre, mais on y réserve de petites rainures qui permettent d'introduire deux ou trois conducteurs en fil de cuivre recouvert de soie *g*, plus minces que ceux qui se trouvent dans l'instrument; le fil est dans le circuit qui prend au gros fil de cuivre *e* et se termine en-dessous à *d*; il est très-rapproché de la terre, — plus près, en fait, qu'un autre fil quelconque ou morceau de métal de l'intérieur de l'instrument ou du bureau. Il se trouve, en outre, au fil *e*, deux moyeux *f*, garnis de pointes, qui touchent presque à l'intérieur du cylindre. Les bouts en bois *a* et *d* sont aussi couverts de disques de cuivre; du disque supérieur, des pointes approchent le cylindre de terre; et, de la partie inférieure du cylindre de terre, des pointes se présentent au disque. L'objet de la bobine *g* de fil très-fin est que, en raison de la ténuité du fil et de sa proximité du cylindre de terre, la fusion, dans un cas extrême, s'y opérera plutôt que dans le fil de la bobine d'alarme ou dans celui

de la bobine à aiguille. Quant au but des pointes, il n'y a pas besoin d'explication à ce sujet.

82. On fit le premier usage de ces conducteurs à la station de Tunbridge Wells, où un coup de foudre éclata quelques semaines après, et où l'action de l'appareil fut ce que je l'avais prévue. La foudre passa, sans danger, par le gros fil *e*, et immédiatement en arrivant au fin fil *g* s'élança du cylindre, fit explosion, brûla la soie et découvrit le fil, à la place noire, près A. Dans cette circonstance, le coup ne fut pas fort, et le fil ne se fondit point.

83. La circonstance fut plus grave le 8 août 1849. Un violent orage se déclara pendant la nuit et se manifesta principalement à l'extrémité d'Ahsford, sur l'embranchement de Ramsgate (voyez *fig.* 9 et 10) : trois poteaux, non protégés, furent brûlés à Chartham, environ à deux milles plus loin que Chilham; la foudre entra dans les stations de Chilham et d'Ashford, et effraya beaucoup par ses ruptures et ses explosions. On vit ensuite qu'à Chilham, où il n'y avait pas de conducteurs de la foudre, le fil de la bobine d'alarme était brûlé, ainsi que ceux des bobines du galvanomètre, et qu'il y avait eu de graves explosions autour de l'appareil : l'un des fils de cuivre n° 16 était consumé et rompu. A Ashford il y avait des conducteurs de la foudre au deux fils de l'instrument; mais il n'y en avait pas au fil de l'alarme. Les bobines du galvanomètre d'Ashford, qui avaient des conducteurs, furent garanties; le fil fin, *g*, du conducteur de la foudre fut brûlé par l'explosion; mais la bobine d'alarme, qui n'était pas protégée, fut atteinte par la décharge et brûlée.

84. *Démagnétisation d'aiguilles.* — Les coups de tonnerre troublent quelquefois la polarité des aiguilles et même les démagnétise. Ce cas est beaucoup plus fréquent avec les aiguilles rhomboïdales et courtes qu'a-

vec les aiguilles longues ; il s'est même trouvé que ces premières avaient été démagnétisées quoique munies de protecteurs ; mais, dans l'orage ci-dessus mentionné, pendant que le magnétisme des aiguilles non protégées de la station de Canterbury était détruit, celui des aiguilles protégées d'Ahsford existait encore. J'ai parfois été tenté de croire que l'intensité et l'instantanéité de la charge atmosphérique ne lui permettait pas d'agir aussi violemment et aussi irrésistiblement sur le magnétisme de l'aiguille, sans écarter celle-ci avec une rapidité que ne peut suivre le métal, et que la lutte ainsi causée par la *vis inertiæ* du métal détruisait la disposition magnétique des particules de l'acier. De même, on peut concevoir que la perte de magnétisme qui a lieu dans l'usage ordinaire de l'instrument, peut s'attribuer principalement à l'obstacle que les aiguilles éprouvent continuellement en frappant contre l'arrêt qui les limite.

85. *Orages magnétiques.* — S'il restait des doutes sur la nature électrique de *l'aurore boréale*, ils seraient dissipés par les phénomènes que présentent les aiguilles du télégraphe, et souvent les sonnettes, sous l'influence de ce météore. Alors les aiguilles vont absolument comme si un fort courant suivait sa course ordinaire le long des fils : elles s'écartent par-ci par-là, parfois très vite, en changeant rapidement de côté plusieurs fois en quelques secondes ; d'autres fois elles se meuvent plus lentement et restent écartées pendant plusieurs minutes, d'une manière plus ou moins intense, leurs mouvements étant inconstants et incertains. Ces phénomènes sont moins fréquemment arrivés dans la partie de la ligne entre Reigate et Douvres, qui va presque de E. à O., et dans la partie de la ligne entre Londres et Reigate, qui est presque N. et S. Quand, cependant, ils se manifestent dans les télégraphes de ces

endroits, nous nous attendons à avoir des manifestations d'aurore à l'approche de la nuit, et nous sommes rarement trompés. Les écartements semblent coïncider, dans leurs variations, avec les diverses phases des aurores. Sur la ligne d'embranchement allant d'Ashford à Ramsgate, ces déflexions ont été beaucoup plus ordinaires, même quand elles n'avaient pas lieu autre part et qu'il n'était pas question de phénomènes d'aurores. Cet embranchement coïncide presque avec la courbe d'égale inclinaison. J'ai représenté la courbe sur la carte (*fig.* 9). Une aiguille trempée incline vers le même angle, 68° 40', tout le long de cette courbe. Y a-t-il quelque rapport entre ces deux faits, c'est ce qui reste à étudier. Sur la même carte j'ai porté les courbes d'égale déclinaison; l'aiguille se tourne au même nombre de degrés nord-ouest tout le long de ces courbes. La déclinaison à Deal et Douvres est 22°, à Tonbridge elle est environ 22° 27'.

86. Il est fort remarquable que pendant l'année 1849 ces déflexions furent rares et peu importantes, tandis que en 1847 et 1848 elles se firent souvent sur la ligne principale, et presque journellement sur l'embranchement de Ramsgate, au point que les instruments exigeaient des précautions extraordinaires pour les faire servir à donner des signaux; car si les aiguilles étaient déjà écartées jusqu'aux arrêts d'ivoire (*fig.* **14**, § 90), nous ne pouvions leur donner plus d'écartement de ce côté. Les aiguilles sont aussi sujettes à de légères déflexions temporaires correspondant à certaines heures du jour. Les fils prennent aussi parfois l'électricité de l'atmosphère, et font impression sur les aiguilles.

87. *Chevilles mobiles.* — Nous fûmes si contrariés durant 1848, que je me vis obligé de trouver un remède. On voit, sur le devant des instruments (*fig.* 13 et 14), une paire de petites chevilles, qui sont en ivoire, et qui

forment une limite à l'écartement de l'aiguille; alors, si par une cause extérieure quelconque, et indépendante de notre volonté, l'aiguille était appuyée contre l'une de ces chevilles, nous essaierions vainement de manifester un signal ordinaire dans cette direction en voulant écarter l'aiguille, puisqu'elle l'est déja. Mais si, dans ce cas, on retire les chevilles et qu'on laisse aller l'aiguille tant que la force naturelle peut l'écarter, nous pouvons augmenter cette déflexion en envoyant nos courants ordinaires dans la direction voulue; de manière que si les chevilles suivent l'aiguille dans sa nouvelle position, et si on la place pour qu'elle soit au milieu, nous pouvons encore obtenir chaque espèce d'écartement, quoique l'aiguille ait été fort éloignée de la perpendiculaire, pourvu toujours qu'elle n'ait pas dépassé les limites de la déflexion, ce qui serait extraordinaire.

88. Avec l'axe de l'aiguille comme centre, j'ai tracé un demi-cercle et j'ai fait une espèce d'entaillure sur le devant de l'instrument, comme on voit *fig.* 14. Sur un disque circulaire mobile derrière cette entaillure, j'ai placé les chevilles d'ivoire. Le bouton visible entre les poignées de l'instrument, mène une roue; une corde passe sur cette roue et sur les chevilles de disques des aiguilles, et en tournant le bouton, les chevilles suivent aisément le mouvement des aiguilles dérangées.

89. *Bobines mobiles.* — Une forte aiguille, comme celle du télégraphe, a nécessairement une tendance à prendre la position verticale pendant qu'on commence un signal, c'est-à-dire quand un pôle de la batterie a brisé le circuit, et a ainsi rompu l'action externe, et que l'autre pôle n'a pas encore touché la cheville (§ 25) pour réparer la brèche; elle peut produire des secousses ou des oscillations aux signaux, s'ils ne sont habilement conduits. Pour avoir une aiguille verticale durant le temps de ces déflexions, j'ai rendu les bobines mobiles

en les montant sur les disques ci-dessus mentionnés au lieu de les monter sur des chevilles ; et quand l'aiguille est écartée je ne la suis pas avec la bobine, comme on fait avec le galvanomètre sinus (§ 16), je pousse la bobine jusqu'à ce que l'aiguille soit, comme elle était avant, dans la verticale. L'angle, cependant, entre l'aiguille et la bobine est, dans ce cas, plus grand que quand on ne bouge pas la bobine, parce que la pesanteur de l'aiguille agit en opposition au pouvoir de déflexion, quand l'aiguille forme un angle avec la verticale, et réduit ainsi l'angle. Ces deux moyens ont été utilisés dans un instrument par la *Telegraph Company.*

90. *Vocabulaire de la double aiguille.*—Ayant décrit les appareils et les moyens qui servent à former et transmettre, à volonté, des signaux à des distances éloignées, il nous reste à expliquer maintenant la manière d'interpréter ces signaux, pour qu'une personne comprenne l'idée qu'on a voulu lui transmettre. La chose la plus importante est l'*instrument à double aiguille*, vu en élévation, *fig.* 14, et auquel nous avons déjà eu plus d'une fois occasion de renvoyer le lecteur. La boîte est en acajou ; le cadran en cuivre argenté ; les chevilles en ivoire ; les aiguilles en acier aimanté ; les lettres sont noires ; les poignées sont en acajou. Le cercle tout en bas de l'instrument est l'appareil silencieux, décrit ailleurs. Ici il est disposé pour toutes les stations, de manière que les signaux venant de Londres peuvent paraître sur cet instrument et se rendre directement à Douvres. En mettant l'index sur le nom gravé, les communications nécessaires existent.

Nous avons à décrire comment, rien qu'avec deux aiguilles, n'ayant chacune que deux mouvements, on forme l'alphabet télégraphique. Sur la face de l'instrument sont les lettres de l'alphabet, arrangées, comme on le voit, *seriatim* en deux lignes, commençant à gau-

che et finissant à droite, ainsi que dans l'écriture ordinaire. La première série, depuis A jusqu'à P est au-dessus des pointes supérieures des aiguilles; et la dernière série de R à Y en-dessous des bouts inférieurs. On verra aussi que quelques lettres sont tracées *une fois*, d'autres *deux fois*, et d'autres *trois fois*. Pour tracer une lettre une *fois*, l'aiguille ne fait qu'un mouvement; pour la tracer *deux fois*, deux mouvements d'aiguille; et pour *trois fois*, trois mouvements. A l'égard de la RANGÉE SUPÉRIEURE, on bouge l'aiguille la plus près de la lettre et de manière à pointer vers la lettre. Quant à la RANGÉE INFÉRIEURE, on bouge les deux aiguilles en dirigeant leurs extrémités inférieures dans la direction de la lettre voulue. Six des lettres, C, D, L, M, et U, V, exigent double mouvement de l'aiguille ou des aiguilles, d'abord à droite, puis à gauche pour C, L, et U, et d'abord à gauche puis à droite pour D, M, et V. Ces six lettres sont inscrites entre-deux et séparées par une double flèche. L'alphabet produit par cet arrangement est d'une espèce très-simple, et s'apprend fort aisément. Il paraît confus à l'étranger; mais quand celui-ci en a la clef, la difficulté disparaît: il peut sembler à première vue qu'un alphabet gravé sur un cadran circulaire et une aiguille disposée pour pointer chaque lettre, serait le plus simple; de telles télégraphes existent, et il en est dont la disposition est très-heureuse; effectivement il y en a quelquefois de si simples qu'il n'est pas étonnant que le public qui, en général, juge légèrement et sans étudier le mérite pratique, soit disposé à admirer et à donner la préférence à l'A, B, C, dont on peut désigner chaque lettre, ce qui est tout simple.

91. Un alphabet nouveau effraya beaucoup le gouvernement Français, et quand l'adoption du télégraphe électrique fut décidée, on crut devoir recourir à une

construction présentant à l'œil les mêmes signaux que ceux du sémaphore Chappe. Le sémaphore Chappe ressemble à un T ; la tige verticale est fixe; la tige horizontale peut se mouvoir et former divers angles avec la tige verticale ; les deux petits bras peuvent aussi former divers angles avec la tige horizontale. Dans le correspondant électrique, il ne fut pas possible de mouvoir la tige horizontale et l'on ne put rendre mobiles que les petits bras ; ainsi le pouvoir était limité. Comme on devait s'y attendre, les employés eurent plus de difficultés à se familiariser avec la marche de ce nouvel instrument, qu'à apprendre un nouveau vocabulaire de signaux.

92. Mais est-ce une si grande affaire que d'apprendre un nouvel alphabet? Tout écolier en connaît aujourd'hui quelque demi-douzaine, tous différents, sans qu'un seul ait des lettres formées par si peu de coups de plumes que les lettres télégraphiques par les mouvements de l'aiguille. Prenez l'un de nos plus simples alphabets, les CAPITALES ROMAINES, par exemple, et placez en regard de quelques lettres les signes télégraphiques correspondants et vous en verrez la simplicité :

A \\ E / G ///
B \\\ F // H \

93. La simplicité de ces signes est évidente. Il faut deux lignes diagonales et une ligne horizontale pour former A romain, il suffit de deux diagonales pour le A télégraphique ; une verticale et trois horizontales sont nécessaires pour le E romain, il ne faut qu'une diagonale pour le E télégraphique, et ainsi de suite ; la différence est que tout le monde connaît l'alphabet romain, et qu'il n'y a que quelques personnes qui ont étudié les signes télégraphiques. Ces derniers sont réellement simples et distincts ; ils sont intelligibles et très-lisibles, applicables au langage ordinaire, on ne peut plus. Per-

sonne, du reste, n'en doute en voyant un employé recevoir une dépêche.

94. Quand on voit fonctionner un télégraphe pour la première fois, l'effet tient du merveilleux; à part la question du fait que les aiguilles sont mises en action par un individu qui se trouve peut-être à cent milles de vous; le mouvement des aiguilles par-ci, par-là, trop prompt pour être suivi par l'œil inaccoutumé; l'absence de tout ordre ou de toute règle apparente dans cette marche; le bruit des changements entre l'un et l'autre, et de tous deux; la tranquillité avec laquelle l'employé tourne son aiguille sur la lettre E, à courts intervalles, pour faire savoir qu'il entend, ou qu'il comprend le mot; tout cela, pour le spectateur novice, n'est que merveille, mystère, et confusion; puis la circonstance assez rare où l'employé tourne l'aiguille vers ✝, ce qui veut dire qu'il ne comprend pas; et finalement la manière paisible avec laquelle cet employé vous dit, très-froidement, que le résultat de son opération est ceci : — « La demoiselle fort jolie, ayant les yeux bleus et de longues anglaises est embarquée pour Boulogne à bord de la *princesse Clémentine*, qui sort en ce moment du port de Folkstone; elle est accompagnée par le grand et beau garçon, ayant des moustaches noires et un caban de militaire; » — aussi tranquillement que ceci, qu'il ajoute : — « Message et réponse, quarante mots, deux fois la taxe de 10 shellings 6 deniers, une guinée, port un shelling, — une livre, deux. » S'il arrive que vous soyez le papa de la paire de beaux yeux bleus, vous devenez tout effaré, et vous souhaiteriez d'être courant électrique, afin de pouvoir être envoyé après les fugitifs.

95. A propos d'envoyer quelque chose plus *solide* qu'un courant électrique par les conducteurs télégraphiques, les anecdotes suivantes sont on ne peut plus

vraies; et, si quelque bon ami des individus en question en avait l'occasion, ce serait une charité méritoire que de leur offrir un exemplaire de ce livre — ce ne serait pas de l'argent perdu.

A Douvres un individu se présente, un après-midi, au bureau du télégraphe, avec une somme d'argent qu'il demande à l'employé d'envoyer, en propriâ formâ, à Londres par le télégraphe, à l'adresse d'un certain banquier. Cet argent était destiné à solder un billet échu ce jour-là, et il n'était plus temps pour le train. Il sembla très-étonné qu'on ne pût envoyer les espèces par le télégraphe.

Une autre fois un domestique en livrée arrive, tout essouflé, au bureau de Londres où il présente un petit paquet pour être transporté à la campagne par le télégraphe. Il paraît qu'on lui avait dit de l'envoyer par le train, mais qu'il était arrivé juste un moment trop tard, et, comme sa commission était importante, il avait cru sortir de son dilemme et trancher la difficulté en ayant recours au télégraphe.

96. Mais revenons-en à l'alphabet : et ici je mentionnerai, en passant, qu'on fait circuler le courant voltaïque, et qu'on dévie les aiguilles en donnant un coup de main à droite ou à gauche aux poignées qui sont en bas de l'instrument. Ayant donné une idée générale des signaux, je n'ai pas besoin de m'occuper de chaque lettre, — le lecteur s'en rendra bien compte lui-même, — mais je décrirai les signaux arbitraires, aussi gravés sur le devant. Le signe formé par une croix de Malte ✠, qui représente un *point* (que les anglais appellent *stop*) sert, à celui qui envoie la dépêche, à la fin de chaque mot, et à celui qui la reçoit, quand il ne le comprend pas. Alors il suffit d'y diriger l'aiguille, par un simple écartement à gauche. Le lecteur pointe la lettre E quand il comprend le mot. Deux

coups à la lettre E s'emploient pour dire « oui ». Pour épeler, par exemple, le mot HEN (poule), nous faisons les quatre mouvements suivants :

Le premier mouvement ( ) se fait avec l'aiguille droite, et représente H

Le second mouvement (/) se fait avec l'aiguille gauche, et représente E

Le troisième mouvement (/) se fait avec l'aiguille droite, et représente N

Le quatrième mouvement (\ ) se fait avec l'aiguille gauche, et représente ✝

le dernier indique la fin du mot. Si le correspondant entend, il fait avec l'aiguille gauche la *première* des déviations suivantes ; sinon, il fait la *seconde* :

/ \

Quelques-unes des lettres sont plus petites que les autres, uniquement pour pouvoir les placer aisément sur plaque, car si on les faisait toutes grandes il n'y aurait pas assez de place.

97. Les mots *attendez* et *allez toujours*, gravés sur l'instrument, sont d'utiles signaux. Si Londres s'adresse à Douvres, quand Douvres est occupé et ne peut, pour l'instant, être attentif, Douvres échange des signaux avec Londres pour faire savoir ce dont il s'agit, et dirige le bout inférieur de ses aiguilles sur la lettre N, ou le mot « attendez. » Quand il est libre et prêt à recevoir le message, il s'adresse à Londres, échange des signaux à la manière ordinaire, et dirige les aiguilles sur W, ou « allez. »

98. Mais je dois expliquer ce qu'est « la manière ordinaire » ; car il est surtout important pour les deux stations intéressées dans une communication quelconque de bien s'entendre avant que de commencer ; il faut que celui qui reçoit sache qui lui envoie, et que

celui qui adresse un message sache si c'est bien la station qu'il veut qui le reçoit. Les noms de six stations sont inscrits, un sur chacune des grandes lettres, qui sont celles des instruments, comme celui de Tonbridge marqué n° 1, dans la *fig.* 12, les noms sont ceux des stations de première classe sur la ligne principale, commençant avec Londres à la lettre R, et continuant, dans le sens du mouvement d'une aiguille de montre, par Reigate, Tonbridge, Ashford, Folkstone, jusqu'à Douvres, à W. Cet ordre de signes des stations se conserve partout, le commencement est toujours à R et la fin à W, tant que le nombre six soit atteint. Maintenant, si Londres veut communiquer avec Tonbridge, il dévie quelque temps l'aiguille vers E; chaque mouvement fait sonner à Tonbridge le timbre, qui, comme nous l'avons vu (§ 69), est sur le même fil que l'aiguille gauche, l'attention de l'employé est attirée, et voyant le signal, il détourne l'aiguille de sonnette et répond en répétant lui-même le signal; cela ne va pas mal : Londres a attiré l'attention de Tonbridge et en est averti. Alors il pousse son aiguille sur R, son propre signe, qui fait savoir à Tonbridge qui l'appelle; Tonbridge répète R pour faire voir qu'il comprend. Londres lui parle et le message commence à se communiquer; Tonbridge fait savoir, par E, qu'il entend, à chaque mot, ou s'il doute, demande qu'on répète, en faisant le signe qui veut dire « non compris. » Quand tout est dit, Londres fait deux mouvements à gauche avec l'aiguille gauche, et si Tonbridge n'a rien à répondre, il fait deux mouvements semblables, ce qui termine tout, enfin l'employé de Tonbridge envoie, à la main, le message à sa destination.

99. ***Vocabulaires particuliers.*** Deux employés aux télégraphes, l'un à Douvres et l'autre à Londres, peuvent aisément modifier ce mode, de manière à ce que les

stations intermédiaires qui voient leurs signaux ne puissent pas les lire. Ainsi, on pourrait convenir que les écartements à droite se liraient à gauche, et *vice versa*, pour l'une des aiguilles ou pour toutes; ou on regarderait l'aiguille gauche comme étant la droite, ou toutes deux l'une pour l'autre; on voit qu'une grande variété peut s'obtenir, et on lirait aussi rapidement que par la manière ordinaire. Les mots qui ont l'air cabalistiques, « Rnfy rohc ox fmirohb oh mihcih? » voudraient dire, par un de ces moyens, « *What wind is blowing in London?* » (Quel vent fait-il à Londres?) Par un autre moyen, ces mots étranges, « xkecoam ywaoh ovxy mefy fiw yne yolex, » signifiraient « *special train just left for the* TIMES. » (Le train spécial part maintenant pour le *Times*.) Ce ne serait pas un moyen de célérité pour adresser de simples mots, mais en ayant la clef, on pourrait les transmettre très-rapidement.

100. Les chiffres s'indiquent aisément; ils sont arrangés *seriatim* sur quelques-unes des lettres; et par une convention faite relativement à un certain mouvement de l'aiguille, qui indique cette figure au lieu de la lettre, il ne se rencontre pas de difficulté.

101. La lettre H seule, et suivie par -|-, est le signal particulier qui nous sert à faire savoir que les prochains mouvements indiqueront des chiffres; alors notre correspondant, pour faire voir qu'il comprend et qu'il sait ce qui va venir, répète le H, suivi du même signe. Après cela, si nous faisons les mouvements qui, en lettres, représenteraient HEN, ils signifient 437; ces chiffres étant placés au-dessus de ces lettres. La lettre W, interposée parmi des chiffres, sert à séparer les décimales : H E W N, à propos d'argent, signifie 43 l. 7 s.; à propos de mesure, 43 pieds 7 pouces; à propos de temps, H W E N, voudraient dire 4 heures 37 minutes; et ainsi de suite.

7.

Nous avons un signal pour la *période*, et pour les *paragraphes* ; nous en avons un pour les *mots soulignés*. Nous avons aussi plusieurs signaux spéciaux très-précieux. Il y a en outre un signal parmi les employés pour *rire*, et un autre pour témoigner l'*étonnement*.

102. Il y a un genre particulier dans la manière de donner les signaux, comme dans l'écriture à la main ; et il est presque aussi difficile de contrefaire l'un que l'autre. Nous savons tout de suite, après quelques signaux, le nom de l'employé qui se trouve à l'instrument éloigné : l'un, par hasard, a les mouvements fermes et graves ; l'autre légers et prompts ; celui-ci est brutal, celui-là est doux ; l'un est patient, l'autre est pressé ; et quant une recrue essaie, on s'en aperçoit de suite. On y découvre souvent les habitudes et le caractère ; et parfois la patience est soumise à de rudes épreuves. Je dois ajouter à ce qui précède que le bon praticien est si versé dans les signaux qu'il pourrait aussi bien travailler avec un cadran blanc.

103. *Vocabulaires secrets*. L'extension que l'on peut donner au secret d'une correspondance est illimitée : le gouvernement et les particuliers pourraient, suivant les occasions, soit produire leurs idées en langage mystérieux, soit intervertir à volonté les lettres de l'alphabet, de manière à nous confier une dépêche dont l'interprétation ne serait possible qu'à eux ; c'est ce qui nous arrive souvent ; nous n'y mettons pour condition que de déclarer que la dépêche est *secrète*. Comme ce genre de dépêche est plus important pour celui qui l'envoie, et qu'il demande plus de temps et plus de précautions de notre part, le prix en est plus élevé.

104. VOCABULAIRE DE L'AIGUILLE SIMPLE.— D'après ce qui a été dit, il suffira d'ajouter quelques mots pour expliquer la marche de l'aiguille simple. Avec deux aiguilles, le plus grand nombre de mouvements pour former une



lettre quelconque est *trois* ; avec celle-ci, quelques-unes des lettres exigent quatre mouvements ; et comme il n'y a ici qu'une aiguille, la combinaison des mouvements pour former les lettres est plus grande et plus variée, par conséquent la conversation est moins rapide. La *fig.* 15 est une élévation d'un instrument à simple aiguille. L'alphabet est tracé à droite et à gauche de l'aiguille, plutôt par rapport à la commodité et à l'habitude de commencer l'alphabet par A et de le continuer dans l'ordre, que par égard pour le maniement de l'aiguille ; car il n'y a d'autre règle que pour les lettres qui sont ici placées à gauche de l'aiguille, le dernier mouvement qui fait une lettre donnée est à gauche, quels que soient les autres mouvements qui entrent dans la formation de la lettre ; par exemple, L nécessite quatre mouvements qui sont à droite, à gauche, à droite, à *gauche*, finissant à gauche ; de même les lettres placées à *droite* de l'aiguille finissent avec le mouvement à droite, comme W, qui est formé par quatre mouvements, trois à gauche et le quatrième à *droite*. Le système suivi dans la formation de cet alphabet est assez simple ; on l'a bientôt acquis quand une fois on en a le principe. En dessous de chaque lettre, il y a un signe d'une ou de plusieurs lignes diagonales, penchées à droite ou à gauche, ou même dans les deux directions. Quelques-unes des diagonales sont entières, les autres ne sont que des moitiés ; le sens de la diagonale est celui de la déviation, et il s'en fait une pour chaque diagonale ; l'écartement correspondant à la demi-diagonale se fait le premier. D, par exemple, se fait par un écartement à droite, suivi d'un autre à gauche ; R, par un à droite, puis un autre à gauche ; H, par deux à droite et deux à gauche ; W, par trois à gauche et un à droite ; ainsi de suite. L'usage est une, deux, trois et quatre déviations à gauche pour les quatre premiers signaux ; puis *une* à droite,

et une, deux et trois déviations à gauche, pour ceux qui suivent; puis *deux* à droite et une et deux à gauche après; puis *trois* à droite et une à gauche; puis une à gauche, une à droite et une à gauche; et enfin à droite et à gauche, à droite et à gauche, ce qui atteint L, et complète la première moitié de la série. L'autre moitié est la contre-partie avec les déviations à l'inverse.

105. Les signaux particuliers pour les stations des groupes à simple aiguille sont tout-à-fait arbitraires et pris parmi ces signes, suivant les besoins; mais une fois d'accord sur un signal, quand on a fait sonner le timbre et fait le signal, on attend que la station correspondante y réponde. L'instrument ci-dessus appartient au groupe entre Tonbridge et Reigate (Nº **2** de la *figure* **12**, § **64**); il porte cinq petits écriteaux, sur lesquels sont les noms et les signes particuliers des cinq stations formant le groupe. Si l'employé de Reigate entend le carillon et voit répéter la lettre M, il sait que c'est qu'on le demande : une déviation à droite, ou M, étant son signal. On se sert aussi de ce mode si une circonstance accidentelle convertit la principale ligne en série à simple aiguille (§ 59). Tout ce qui a été dit par rapport à la manière de converser et de répondre par les autres modes est applicable à celui-ci. Le *arrêt* ainsi que le *entendu* sont donnés de la même manière; et il y a une série de chiffres et de signaux spéciaux, exactement comme dans l'autre instrument. Les chiffres sont inscrits sous l'aiguille, dont la moitié inférieure sert à les indiquer; dans la *fig.* **4**, par exemple, le bout inférieur de l'aiguille se pousse une fois à droite et une fois à gauche.

106. *Valeur des signaux.* — La manière dont les dépêches de journaux se transmettent de Douvres à Londres, fera bien voir à quel degré de perfection est arrivée l'aiguille télégraphique et l'aptitude des employés

chargés du service. Le courrier envoyé de Paris vers midi apporte en Angleterre les dépêches contenant les dernières nouvelles, destinées à paraître dans le journal du matin. A cet effet, il faut qu'une copie en soit remise à l'éditeur de Londres vers trois heures du matin. Les dépêches nous parviennent à Douvres peu après l'arrivée du paquebot, qui est subordonnée au vent et à la marée. L'employé de service à Douvres, après avoir jeté un coup-d'œil rapide sur le manuscrit et avoir reconnu que tout lui était facilement intelligible, s'adresse à Londres et commence la transmission. La nature de ces dépêches peut se voir journellement dans *The Times* (dans le journal anglais *le Temps*). La variété des nouvelles, et les changements continuels des noms et des places, montrent bien les ressources qu'offre maintenant le télégraphe électrique. L'employé, qui est tout seul, met le papier devant lui, bien au jour, s'assied à l'instrument, et donne la dépêche, lettre par lettre et mot par mot, à son correspondant de Londres; et quoique l'œil aille vivement de la copie manuscrite à l'instrument télégraphique, qui occupe ses deux mains, il est rarement obligé de s'interrompre et ne commet presque jamais d'erreur. Et, en raison, de l'extrême limite de temps qu'il a pour compléter toute son opération, il ne peut pas, comme le compositeur d'imprimerie, *corriger sa copie.*

107. A Londres, il y a deux employés à la besogne: un qui lit les signes à mesure qu'ils arrivent, et un autre qui les écrit. Ils ont préparé d'avance leurs livres et leurs papiers; et, aussitôt que le signal d'avertissement est donné, l'écrivain se met devant son livre-journal, et le lecteur lui transmet distinctement, un à un, les mots qui arrivent; en même temps, un commissionnaire est allé chercher un cabriolet, qui se trouve ainsi tout prêt. Quand la dépêche est terminée, l'employé qui l'a

reçue lit le manuscrit de l'autre pour voir s'il ne s'est pas trompé. L'heure et la minute sont notées au commencement et à la fin; on signe une copie qu'on envoie cachetée à sa destination; la transcription sur le journal reste comme copie de bureau, et comme mot-à-mot authentique de ce que nous avons donné. La copie et l'original se retrouvent ensemble au bureau central de Tonbridge, de bonne heure, et sont comparés. Quand le travail est fini et la dépêche envoyée à sa destination, les employés comptent le nombre de mots et le nombre de minutes, et en font la moyenne par minute. Ordinairement on trouve de douze à quinze mots par minute; il est même très-ordinaire d'avoir dix-sept ou dix-huit mots par minute, et même vingt. En fait, quand tout va bien et que l'insulation est bonne, on peut compter sur dix-sept ou dix-huit mots.

108. La liste suivante de dix-sept dépêches qui ont été transmises dans une semaine du mois d'août 1849, peut servir de document. J'ai donné le nombre de mots et le compte par minute :

364	mots...	13 1/2	mots par minute.
166	—	8 1/4	—
383	—	14 1/4	—
447	—	17 1/4	—
101	—	20 1/5	—
288	—	17	—
274	—	15 1/4	—
106	—	15 1/7	—
102	—	12 3/4	—
334	—	17 1/2	—
75	—	18 1/4	—

109. Le 11 décembre 1849, au grand étonnement des marchands et des banquiers de Paris, trois individus

vinrent à la Bourse à une heure et demie, avec 150 exemplaires du *Times*, imprimés à Londres le matin du même jour ; et non-seulement le *Times* contenait les nouvelles de Paris de la veille au matin, mais encore les cours de fermeture de la Bourse de la veille au soir.

110. Le télégraphe électrique contribua pour beaucoup dans la réalisation de ce fait. A une heure huit minutes, la dépêche de 321 mots, et le cours de la Bourse, équivalant à 55 mots, nous furent remis à Douvres par la malle ordinaire de Calais. En *trente-deux* minutes, c'est-à-dire juste à une heure quarante minutes, nous remettions copie correcte de ces documents au bureau du *Times*, à Londres. La dépêche nous occupa dix-huit minutes, ce qui fait dix-sept mots 5/6 par minute ; le cours de la Bourse nous prit deux minutes. Relativement à ce dernier, la proportion est élevée, parce que, la majeure partie étant faite d'avance, il n'y a que les fluctuations qui sont nouvelles. Il n'y avait rien d'extraordinaire pour nous dans ceci, quoique l'exécution fût prompte ; et le lendemain matin l'écrivain de Londres fut bien surpris par le télégraphe, — les mots se lisaient plus vite qu'il ne pouvait les écrire convenablement.

Nous n'avons eu la dépêche du *Times* du 1er janvier 1850 que trente-trois minutes : elle fut lue à raison de 17 mots 1/2 par minute. Je fis un essai le même jour avec cette dépêche, et pendant que j'écrivais, l'employé de Tonbridge la lisait, venant de Douvres, à raison de 23 mots 3/5 par minute ; les signaux étaient très-bons.

111. TÉLÉGRAPHES ET CHEMINS DE FER. — La télégraphie électrique est fort redevable aux chemins de fer, sinon pour son existence, du moins pour la main amicale qu'ils lui ont tendue et pour la protection qu'ils lui ont donnée : il est de fait que, sans eux, l'invention serait restée longtemps à l'état de conception sans ap-

plication; ils lui ont donné des sentiers tout frayés d'endroits en endroits, qui lui ont permis de mettre sa valeur en évidence. Aussi l'enfant n'a pas été ingrat envers son père nourricier : il a rendu dix fois plus qu'il n'avait reçu. Les paisibles poteaux et les conducteurs silencieux, le zinc et le vitriol, le cuivre, l'ivoire, la poterie et le gutta-percha entrent pour une plus grande part dans l'économie d'un chemin de fer que ne peuvent le supposer les actionnaires.

112. Pour avoir une idée des services que peut rendre cette invention aux chemins de fer, prenez le travail fait à la station de Tonbridge pendant les trois mois d'août, septembre et octobre 1848. En s'en rapportant au livre des messages, où il est d'habitude de porter toutes les communications, on voit qu'il est passé dans cet intervalle plus de *quatre mille* messages, que j'ai soigneusement classés comme suit :

			messages.
1°	Concernant les trains ordinaires		1,468
2°	—	trains spéciaux	429
3°	—	voitures et différ. ustensiles	795
4°	—	employés de la compagnie	607
5°	—	machines	150
6°	—	divers sujets.	162
7°	Messages adressés à d'autres stations . . .		499
		Total	4,110

113. 1° Il serait trop long de faire l'analyse complète de ces sept groupes; le lecteur peut bien s'imaginer que, dans ce qui comprend les trains, tout ce qui concerne la marche ou la sûreté d'un train, a été, une fois ou l'autre, le thême des signaux télégraphiques, et cela depuis l'instant de son départ jusqu'à ce qu'il ait atteint le but de son voyage, annonçant sa marche et son arrivée d'une manière aussi distincte et aussi palpable aux

yeux de l'esprit, que si on le voyait réellement passer avec ses propres yeux. C'est si vrai que nous sommes habitués à dire : *je vois passer* le convoi à tel ou tel endroit, quand, en réalité, nous ne voyons que le *signe télégraphique*. Si les trains sont en retard, la cause en est connue ; s'ils sont en détresse, ils ont bientôt du secours ; s'ils sont pressés et qu'ils ne vont que lentement, ils demandent du renfort qu'on leur envoie ou qu'on leur prépare ; s'il y a quelque chose d'extraordinaire sur la ligne, ils en sont prévenus et par conséquent à l'abri ; s'ils sont arrêtés faute de pouvoir marcher, on n'a plus besoin d'envoyer une machine à la découverte : quelques déviations d'aiguille donnent tous les renseignements nécessaires.

114. 2° Les *trains spéciaux* ne peuvent être réellement spéciaux que sur un chemin de fer ayant un télégraphe. Mon idée d'un tel train est qu'on puisse l'avoir à *souhait*, et que le *chemin soit libre* devant lui. Sur un chemin de fer comme celui du Sud-Est, qui est la grande voie entre le continent et l'empire britannique, des courriers, comme cela arrive, peuvent débarquer à toutes heures, sans qu'on en soit nullement averti, et avoir besoin de se rendre immédiatement à Londres. Que l'*Ondine* arrive à Folkstone avec des dépêches pour les journaux du matin, et pleines de grands événements nouveaux qui se rapportent à la guerre et aux apparences de guerre, aux trônes qui chancèlent ou aux couronnes qui tombent, — circonstances qui n'étaient pas rares dans l'année 1848, — le courrier ne doit pas redouter de manquer le train, ni craindre d'arriver trop tard à Londres pour la *première édition*. S'il ne trouve pas de machine à Folkstone, le télégraphe lui en aura bientôt fait venir une d'où il s'en trouve de réserve ; mais, non-seulement cela, il fera encore tenir la voie libre devant lui, en prévenant à temps le train qui

le précède de se ranger pour qu'il passe. Sur une ligne comme celle-ci, le voyageur qui se trouve dans le train en avant n'a pas besoin d'avoir peur, comme il le pourrait autrement, qu'une machine impétueuse, portant avec elle la destruction et la mort, s'élance subitement sur lui. Les conducteurs de son train sont avertis par le télégraphe de ce qui vient derrière ; ils savent l'heure et l'endroit où il faudra se ranger pour déblayer le chemin. Plus de quatre cents signaux en trois mois prouvent combien on peut régulariser la course des trains spéciaux, et contribuer au confortable des voyageurs, par les télégraphes.

115. 3º Une somme donnée de travail s'accomplit avec une moindre somme de traction sur un chemin de fer à télégraphe bien établi que partout ailleurs ; on y dépense beaucoup moins de travail à parcourir inutilement la ligne. Cette économie produite par le télégraphe est grande. Journellement et presque à tout moment, les stations ont des besoins imprévus de voitures ou d'autres objets que peuvent leur procurer d'autres stations, en en étant averties par le télégraphe qui est un moyen bien moins dispendieux que tout autre. Dans l'espace de trois mois, il a été récemment fait environ mille demandes de diverses voitures et autres objets. L'urgence ou l'opportunité de ces demandes est parfois même douteuse. A une petite station, dite Headcorn, il arriva inopinément une quantité de houblon du voisinage; il n'y avait ni trucks, ni bâches, les dernières venaient justement d'être renvoyées; le temps était sombre et menaçant, de grosses gouttes commençaient à tomber; le magasin et les tentes étaient pleins. On fit savoir l'embarras dans lequel on se trouvait à Ashford, sans résultat; à Canterbury, presque en vain; à Tonbridge, on envoya peut-être quelques trucks, mais sans bâches pour les couvrir; et enfin au dépôt, d'où

on envoya tout ce qu'il fallait. Maintenant, si toutes ces allées et venues s'étaient faites par lettres, envoyées par un train, il n'y aurait plus eu d'opportunité, c'est-à-dire que le mal aurait été fait quand les objets destinés à l'éviter seraient arrivés; car la lettre aurait d'abord été adressée à l'administration générale, à Londres, où elle serait probablement restée jusqu'à un départ pour une station, Canterbury par exemple, où l'employé sait, par les rapports de mouvements, que les objets demandés se trouvent. Cet employé aurait donc écrit par le premier train à Canterbury. Mais le soir serait arrivé, ou l'objet aurait pu se trouver occupé, ou même, en supposant qu'on pût le prêter, il serait possible qu'on n'eût pas immédiatement à sa disposition de moyens pour l'envoyer.

Outre les messages indiquant les besoins journaliers, on a encore la ressource de donner au chef du dépôt un rapport de toutes les stations, lui indiquant, tous les matins, ce qui se trouve dans chacune d'elles.

116. 4° Plus de six cents messages, en trois mois, entre l'administration, les directions et les subordonnés, prouvent assez l'espèce d'omniprésence que peut donner le télégraphe à une direction de chemin de fer. Il lui épargne de longues heures d'attente, lui évite des voyages, des allées et venues qu'il faudrait faire, et lui abrége ainsi bien des inquiétudes. Il résulte beaucoup de confiance dans le service de ce que l'administration puisse donner des instructions inopinément nécessaires, et être toujours consultée, au besoin, par ses employés de toutes les parties de la ligne.

117. 5° Nous avons déjà vu que le télégraphe communique la situation des trains qui sont dans l'embarras aux stations pourvues de locomotives disponibles; il règle aussi l'envoi des machines, quand il arrive un accident qui nécessite un nouveau renfort, ou quand on

a besoin de provisions extraordinaires. Mais l'économie la plus importante que peut procurer le télégraphe, est la réduction du nombre des conducteurs de machines. Il y avait ici deux stations, et peut-être trois, qui avaient d'abord des conducteurs et qui maintenant n'en ont plus : quand il faut des machines, on se les procure par le télégraphe. Sur une partie de la ligne encore sans télégraphe, on pourrait supprimer un conducteur si le télégraphe y était. Maintenant, comme l'*entretien et les gages pour une simple machine* coûtent par semaine une *somme plus considérable* que celle qu'il faudrait payer à *toute une division de commis de télégraphe*, si l'on supprimait seulement une machine, et par conséquent les mécaniques et les ouvriers employés aux réparations et au maintien de la ligne en bon état, il résulterait dans la comparaison une grande différence à l'avantage du télégraphe.

118. 6° Toutes les autres correspondances ont été classées sous le titre « DIVERS. » Le *signal-éclair*, n'importe l'heure et le sujet, est soumis à notre volonté.

119. 7° Il paraît aussi qu'il y a eu 500 messages à transmettre, soit pour passer aux plus petits groupes, ou pour aider les autres stations dans les circonstances de mauvaise insulation, ou d'accident quelconque. Quand on ajoute à tout cela les signaux que l'on ne compte pas parce qu'ils ont essentiellement rapport au télégraphe lui-même et à son entretien, puis les expériences sur les signaux et les essais, il ne nous reste sous tous les rapports, aucun doute sur la valeur et les ressources de nos instruments.

120. Dans le journal *The Times*, du jour où j'écris ceci, se trouve la preuve de l'état auquel un train peut se trouver réduit quand il est dépourvu de l'aide d'un télégraphe. Une personne avait passé la journée à un bain populaire, et, ainsi que beaucoup d'autres, y était

restée jusqu'au « dernier convoi. » Le train arrivé, quand tout le monde fut placé, vingt-sept voitures étaient remplies. La machine allait facilement avant cette surcharge ; mais alors elle n'avança plus que péniblement. « Nous allions, écrit-on, un train de limaçon, nous arrêtant comme d'habitude aux diverses stations avant que d'arriver au milieu du grand tunnel, où nous nous arrêtâmes tout-à-fait, et où nous restâmes presque suffoqués par la vapeur et la fumée durant trente-cinq minutes, au milieu des cris des femmes des secondes et des troisièmes, qui étaient dans une obscurité complète..... » La position n'était assurément pas très-plaisante, et l'on se demandait, avec raison, « si le train était trop considérable pour une machine, pourquoi ne pas en avoir mis deux ? » Oui, là était l'anicroche. Mais on ne pouvait pas alors en demander une autre. Le conducteur aurait dû voir que le nombre de voyageurs était trop considérable pour sa machine, mais il n'avait aucun moyen à sa disposition, il fallait donc tâcher de faire de son mieux ou laisser une partie des voyageurs, et cela parce qu'il n'y avait pas de télégraphe pour demander de l'aide.

121. Comme contre-partie de ce qui précède, on peut citer qu'un autre jour, une des institutions charitables de Londres donna aux enfants une récréation à Tunbridge Wells : ils occupèrent tout un grand convoi spécial. La machine qui conduisait en partant de Londres, n'aurait pas pu monter la pente de l'embranchement (§ 36) qui quitte à Tonbridge la ligne principale ; et la machine-pilote était occupée d'un autre côté. A l'instant le télégraphe ordonna à la machine de Tunbridge Wells de venir, et elle se trouvait à la jonction avant la machine elle-même qui en avait besoin. Je pourrais remplir ce livre d'anecdotes semblables.

122. Le jour du nouvel an de 1850, le télégraphe

prévint une catastrophe qui est épouvantable rien qu'à penser. Un train vide s'étant choqué à Gravesend, le conducteur fut jeté hors de la machine, et celle-ci continua à courir à grande vitesse vers Londres. Avis fut immédiatement donné à Londres et aux autres stations, et pendant que la ligne était libre, une machine et d'autres dispositions se préparaient pour recevoir la fuyarde. D'un autre côté le directeur partit avec une machine sur la ligne; manœuvra de manière à laisser passer l'autre, puis à se mettre en chasse après elle sur la même ligne, et le conducteur de sa machine s'étant emparé de la fugitive, tout danger disparut. Douze stations furent traversées sans accident : la machine passa à Woolwich en faisant quinze milles à l'heure; elle était environ à deux milles de Londres quand on l'arrêta. On peut dire que si l'on n'avait été averti de son arrivée, le montant du dommage qu'elle aurait causé aurait équivalu à la dépense de toute la ligne télégraphique. Le télégraphe a ainsi payé, ou en grande partie, son installation.

En regard de ce qui précède, citons que quelques mois auparavant, une machine partit de *New-Cross* vers Londres. La compagnie de Brighton n'ayant pas de télégraphe, il ne fut pas possible d'avertir de son approche. Heureusement la plate-forme d'arrivée était libre, la machine poussa devant elle le tampon fixe, et, renversa, avec une violence effrayante, le mur du bureau des bagages.

123. *Service public du télégraphe électrique.* — Un des côtés caractéristiques des télégraphes de l'empire Britannique est que, en vertu d'une loi, « tout le monde indistinctement, sans faveur ni préférence, a le droit d'envoyer ou de recevoir des messages par le télégraphe, et ce droit n'est primé que pour le service de sa majesté, et les besoins de la compagnie, » natu-



rellement il est « soumis à une uniformité de prix et aux règlements raisonnables qui peuvent être faits de temps en temps par ladite compagnie de chemin de fer. »

124. Les prix établis par la *compagnie du télégraphe électrique,* ainsi que ceux de la *compagnie du chemin de fer Sud-Est*, sont basés, ceux de la dernière, sur 15 centimes par mille pour vingt mots, et cinq francs est le minimum ; les prix de la première sont basés sur 10 centimes par mille pour vingt mots, pour les petites distances, avec décroissance en proportion que la distance augmente.

125. Je ne suis pas disposé à penser qu'une réduction quelconque, prudemment faite dans ces prix, produirait aux télégraphes une augmentation équivalente de travail. Le service des malles est si parfait, et les taxes postales sont si basses en Angleterre, qu'aucune réduction dans nos tarifs ne saurait nous mettre en concurrence avec la poste aux lettres, ni lui faire tort de beaucoup de paquets de lettres. Nous avons une existence séparée : le télégraphe électrique fait ce que la malle ne peut pas ; il distance les pigeons voyageurs, il va plus vite que le vent, il arrache le sablier de la main du temps, et efface les limites de l'espace. Or, pendant qu'il peut arriver que le télégraphe fasse des transports qui pourraient quelquefois s'opérer autrement, il faut que l'on ait recours à lui quand *tous les autres moyens ne sauraient le remplacer*, — en fait, quand il faut exécuter un service qu'il serait matériellement *impossible d'accomplir autrement*. Dans un grand pays commercial comme celui-ci, et dans un pays où les relations sociales sont si étendues, ces circonstances se présentent à chaque instant, et sont, comme nous le voyons par les dépêches qu'on nous confie, du caractère le plus varié.

126. Si nous pouvions soulever le voile des secrets que nos rapports avec le public nous obligent de garder sur la correspondance dont on nous fait les dépositaires, il y aurait de quoi remplir plusieurs volumes d'anxiétés domestiques, en partie analogues, puisque ce n'est que dans les circonstances graves et soudaines que le public a recours à nous, comme on a recours au médecin en cas de maladies. Ces anxiétés ont quelquefois un côté comique; d'autres fois, elles sont excessivement pénibles. Nous avons été chargés de commander un turbot, et un cercueil; un diner, et un médecin; une nourrice au mois, et une jaquette de course; une machine spéciale, et une chaîne câble; un uniforme d'officier et des glaces du lac de Wenham; un ecclésiastique, et une perruque d'avocat; un étendard royal, et un panier de vin; et ainsi de suite. En laissant de côté ce qui n'est pas clair que quelques-uns semblent avoir laissé dans des convois, les voyageurs ont retrouvé des objets très-divers au moyen du télégraphe. On a laissé dans des convois une lorgnette, un cochon; une ombrelle, une bourse et un baril d'huîtres; un grand habit et une poupée; et des boites et des caisses, *et id genus omne*, sans nombre.

127. *Révolution française.* — Les services rendus au public, par le télégraphe électrique, pendant les différentes phases de la dernière Révolution Française furent très-grands. Les premières nouvelles de cet événement arrivèrent en Angleterre par un bateau pilote, et furent immédiatement transmises à la métropole. Dès ce moment, jour par jour, et pour ainsi dire sans relâche, un fleuve continuel de correspondances arrivait à Londres par le fil magique; et pendant que le commissaire et les directeurs de ce chemin de fer étaient nuit et jour à la station télégraphique de Londres, afin de procurer toutes les facilités au gouvernement, à la



presse, et au public, dans ce moment d'excitation, le directeur des télégraphes se posa sur la côte, aux stations de Douvres et de Folkstone, pour recevoir les avis et les transmettre à Londres. De cette façon chaque scène successive de la révolution, aussi bien que son effet sur les autres contrées continentales, arrivait *d'abord* à Londres par la ligne télégraphique; ce qui permit de prendre beaucoup de dispositions importantes aux villes de la côte intéressées dans ces événements.

128. Toute la semaine le temps fut humide et tempestueux, et aussi défavorable que possible à la marche d'un télégraphe; de plus les fils de Gutta-Percha n'étaient pas encore posés dans les tunnels. Nous étions aussi justement occupés, lors des premières nouvelles, à transporter une partie des fils du viaduc dans les jardins de Bermondsey; et cependant, aucun retard, aucune erreur, aucune omission, n'eurent lieu. Toutes les dépêches qui nous furent confiées, suivirent le fil en toute sûreté, et arrivèrent à leur destination.

129. J'ai dit qu'il ne serait pas facile de réduire nos prix au point de faire concurrence à la poste aux lettres, et obtenir une grande augmentation de besogne, mais je ne crois pas non plus qu'un tel état de choses soit à souhaiter, car notre spécialité en souffrirait; chacun aurait à attendre jusqu'à ce que le message d'un autre fut parti, et le télégraphe, au lieu d'être, en général, libre quand on en a besoin, ou du moins de ne pas perdre grand temps à tous venants, serait toujours occupé, et il faudrait tant de temps aux messages pour que leur tour de partir arrivât, que l'objet essentiel du télégraphe serait manqué.

130. La liste suivante, qui est loin d'être complète, donnera quelque idée des diverses espèces et de la multiplicité des services requis du télégraphe :

Accidents.
Annonces.
Rendez-vous.
Arrivées.
Arrestations.
Banquiers.
Lits.
Billets.
Naissances.
Séditions.
Conseils.
Couriers.
Récoltes.
Douanes.
Morts.
Départs.
Dépêches.

Elections.
Adultères.
Témoignages.
Fonds et partages.
Gouvernement.
Santé.
Hôtels.
Jugements.
Pertes de bagage.
Marché.
Médecins.
Météorologie.
Accidents de convois
Meurtres.
Nouvelles.
Nourrices.
Ordres.

Passagers.
Paiements.
Police.
Politique.
Poste aux chev., etc.
Rapporteurs.
Remises.
Répit.
Vols.
Mouvements royaux.
Sentences.
Nouvelles navales.
Provisions de mer.
Courses.
Témoins.
Naufrages.

131. En jetant les yeux sur cette liste, quelle confiance le public n'a-t-il pas dans le télégraphe! Pour adresser à notre ami le plus cher une lettre remplie des plus secrètes pensées de notre cœur, — pour confier un tel document à des mains étrangères, à des hommes que nous n'avons jamais vus, dont nous n'avons aucune idée personnelle, il faut avoir une grande confiance, une grande foi dans les institutions de notre pays. Le facteur de la poste ignore les joies ou les douleurs qu'il porte ; il en est tout autrement avec le télégraphe, nous sommes dans la confidence du public, nous connaissons la nouvelle que nous portons. La preuve que cette confiance a été bien placée, c'est l'augmentation progressive dans le nombre et la valeur des dépêches qui nous sont confiées.

Je ne suis pas éloigné de la vérité en disant que les dividendes du télégraphe du chemin de fer Sud-Est ont été de $1\frac{1}{10}$, $3\frac{1}{2}$, $2\frac{4}{5}$, et $3\frac{3}{5}$, pour 0/0 par an, pour les quatre sémestres finissant en janvier et en juillet des années 1848 et 1849, toutes dépenses et frais d'entretien faits. Il faut ajouter, ce qui n'entre pas dans le compte ci-dessus, les services rendus, par le télégra-

phe au chemin de fer lui-même et dont il a déjà été parlé (§ 112, etc.)

132. La Compagnie du télégraphe électrique. — Les lignes mentionnées dans nos explications sont, comme il a été dit (§ 51), la propriété de la compagnie du chemin de fer du Sud-Est. Elles furent érigées pour elle par la Electric Telegraph Company, » à qui appartiennent les droits de brevets pour cette exploitation ainsi que plusieurs autres inventions propres à transmettre les signaux au moyen de l'électricité. La compagnie télégraphique a, cependant, construit pour elle-même un système considérable de télégraphes, qu'elle dirige et entretient; ses stations se trouvent déja dans presque toutes les parties du royaume et s'augmentent encore.

133. Cette compagnie fut *incorporée* par acte du parlement le 18 juin 1846. Elle peut acquérir des lettres patentes qui seront prolongées tant qu'il sera jugé convenable par la couronne : elle peut céder des *licences* pour l'usage des inventions brevetées, ou vendre, louer, ou céder ses télégraphes. Elle est tenue de céder à quiconque lui est désigné par le Conseil Privé, une licence de construire un télégraphe, d'accord sur les conditions, pour le service du gouvernement de sa Majesté, en en étant dûment requise. De plus, chaque télégraphe électrique sera, en tous temps et raisonnablement, disponible au service de Sa Majesté, dont les messages devront toujours avoir la priorité sur tous les autres quelconques; « et il sera obligatoire à tous les employés de la compagnie de transmettre et de délivrer ces messages convenablement, et de suspendre la transmission de tous autres messages de telle ou telle station, jusqu'à ce que lesdits messages du service, ou pour le service, de Sa Majesté aient d'abord été transmis; » pour quoi raisonnable rénumération sera faite: En cas de cir-

constances imprévues, il sera permis à l'un des secrétaires d'Etat de provoquer la prise en possession de tous les télégraphes et appareils aux diverses stations de la Compagnie, de ses licences, ou représentants, pendant une semaine, et de les retenir de semaine en semaine, s'il est utile pour le service public, en payant pour ce le dommage causé chaque semaine.

134. L'acte fait provision pour la Compagnie contre la négligence ou le manque de soin de ses employés ou autres; et lui donne les pouvoirs nécessaires pour construire et entretenir ses appareils. Quoique cet acte ne soit en vigueur que depuis trois ans et demi, les opérations se sont déja étendues sur 2,225 milles (3,580 kilom. 6925); 482 instruments à double aiguille ont été établis, ainsi que 86 à simple aiguille; et il y en aura encore d'ajoutés avant que ce livre ne parvienne entre les mains du lecteur.

135. *Liste des lignes télégraphiques.* — Les détails statistiques suivants sont exacts, à l'époque où nous écrivons : —

(Voir le tableau ci-contre.)

DÉSIGNATION DU CHEMIN DE FER.	N° de milles.	N° de fils.	N° d'instruments à double aiguille.	N° d'instruments à simple aiguille.	Longueur de ligne de rue.
EDIMBOURG ET GLASCOW.	47 1/2	5	8	. .	1/3
Ligne du tunnel.	1	2	2	. .	. .
EDIMBOURG ET NORD.					
Embranchement de Dundee.	36	3	6	. .	. .
» de Perth. . .	6	3	. .	. .	. .
Edimbourg et Granton.	3	3	3	. .	. .
Ligne de Leith.	1 1/2	3	3	. .	. .
Ligne du tunnel.	1	2	2	. .	. .
NORD BRITANNIQUE.	58	5	8	. .	. .
Embranchement de Dalkeith.	1 1/4	2	2	. .	. .
« d'Haddington.	5	2	2	. .	. .
Ligne du tunnel.	1 3/4	2	2	. .	. .
YORK, NEWCASTLE ET BERWICK.					
Newcastle à Berwick.	65 1/2	5	7	. .	. .
York à Darlington.	45	7	6	9	. .
Darlington à Newcastle.	38 1/2	8	6	8	1/8
Embranchement de Shields. .	11	3	2	. .	. .
« Sunderland.	2 1/4	3	2	. .	. .
« Durham. . .	2 1/4	2	1	. .	. .
« Richmond..	9	2	1	. .	. .
Fatfield et South Shields. . . .	19	1	. .	4	. .
Embranchement de Stockton.	1/2	1	. .	2	. .
YORK ET NORTH MIDLAND.					
Normanton à York.	24 1/2	. .	5	. .	. .
York à Scarborough.	42 1/2	3	5	. .	. .
Embranchement d'Harrogate.	18	3	2	. .	. .
Hull et Selby.	36	5	5	. .	1/[illegible]
Hull et Bridlington.	33	3	4	. .	. .
Normanton à la jonction de Milford.	10	2	2	. .	. .
Manchester et Leeds.	51	7	24	. .	. .
Preston et Wyre.	20	3	4	. .	. .
Liverpool et Southport.	13 1/4	3	3	. .	. .
LANCASHIRE EST.	12 1/2	3	. .	. .	. .
A reporter.	615 3/4	96	117	23	1 1/8

Report.....	615 3/4	96	117	23	1 1/8
MIDLAND RAILWVAY.					
Birmingham et Gloucester...	53	7	9	. .	. .
Birmingham et Derby......	6 1/2	7	5	1	. .
d° d°	34 3/4	5			
Derby et Lincoln.........	48 3/4	3	4	. .	. .
Derby et Rugby.........	24 1/2	7	7	. .	. .
d° d°	24 3/4	5			
Leicester et Peterborough...	4 3/4	3			
d° d°	23	5	11	. .	. .
d° d°	25 1/4	7			
Derby et Leeds..........	73	7	9	16	. .
Embranchement de Sheffield.	5	3	2	. .	. .
Leeds et Bradford.........	11	6	5	. .	. .
d° d°	2 5/4	3			
d° d° ligne du tunnel.	1 1/2	2	2	. .	. .
Embranchement Skipton....	15 1/4	3	5	. .	. .
LONDRES ET NORD-OUEST.					
Londres à Birmingham....	5	9	9	1	. .
d° d°	107 1/2	7			
d° d° ligne du tunnel.	1	3	2	. .	. .
d° d° Camb. Incl...	1 1/4	6	4	2	. .
Jonction Est de Londres....	1/2	2	4	. .	. .
Birmingham et Manchester..	80	7	6	1	. 1/3
d° d° ...	5	8			
Jonction d'Ardwick.......	3 1/4	8	. .	. .	. .
Manchester et Liverpool...	31 1/2	6	5	. .	. 2/3
d° d° ligne du tunnel.	1 1/2	2	3	. .	. .
SOUTH-DEVON...........	53	4	10	. .	. .
Embranchement de Torquay.	4	3	2	. .	. .
CHEMIN DE NEWMARKET....	17	5	4	. .	. .
UNION DE L'EST..........	16 5/4	5	7	. .	. .
d° ligne du tunnel.	2 3/4	2	3	. .	. .
LONDRES ET SUD-OUEST.					
Londres à Southampton....	74	4	4	. .	. .
d° d°	6	6	2	. .	. .
Embranch. de Portsmouth.	21	4	4	. .	. .
« Gosport....	5	4	1	. .	. .
Southampton et Dorchester.	61	3	7	. .	. .
Embranchement de Poole...	2	3	2	. .	. .
COMTÉS EST.					
Londres à Brandon.......	88 1/4	7	40	. .	. .
Londres à Stratford.......	3 3/4	2	4	. .	. .
A reporter.....	1563 1/2	280	286	44	2 1/8

Report.....	1563 1/2	280	286	44	2 1/8
Ligne de Brick-lane........	1/2	2	3	..	..
Embranchement d'Enfield..	3 1/4	2	2	..	..
« Hertford..	7	3	3	..	..
Cambridge et Saint-Ives....	14 3/4	3	5	..	..
Ely et Peterborough........	30	5	7	..	..
March et Wisbeach........	9	3	2	..	..
Londres et Colchester......	51 1/4	5	13	..	..
Forest-gâte et Stratford....	1 1/4	1	...	. 2	..
Maldon et Braintree........	12	3	3	..	..
Stratford et jonction de Thames................	2 3/4	3	2	..	..
North Woolwich..........	2 3/4	3	2	..	..
CHEMIN DE NORFOLK.					
Brandon à Norwich........	37 3/4	7	19	..	..
d° d°	10 1/4	1	..	7	..
Norwich et Yarmouth......	20	9	..	..	..
Embranchem. de Lowestoft.	12	5	..	..	..
» Dereham.	12	3	2	..	..
Dereham et Fakenham.....	12 1/4	2	2	..	..
STAFFORDSHIRE NORD.					
Stoke à Norton Bridge.....	10 3/4	3	3	..	..
Embranchement de Colwich.	18 3/4	2	2	..	..
Stoke à Burton..........	29 1/2	3	5	..	..
d° d° dépôt...	2/3	2	2	..	..
STAFFORDSHIRE NORD (*cont.*).					
Stoke à Crewe...........	14 1/2	3	4	..	..
Harecastle, ligne du tunnel..	1	2	2	..	..
Embranch. de Macclesfield..	19 1/2	3	4	..	..
Vallée de Churnet........	27	2	..	..	..
STAFFORDSHIRE SUD........	9 1/4	2	3	..	..
d° d°	2	3	1	..	..
NORTHAMPTON ET PETERBORO'	47	3	10	..	..
d° Extension à Walverton.	10 1/2	4	2	..	..
Londres et Croydon.......	8	3	4	..	..
Great Western..........	19	4	2	..	..
Lignes de rues de Londres..	..	div.	10	..	7 3/4
Manchester et Sheffield.....	2	3	3	..	..
d° Woodhead, ligne du Tunnel....	3 1/4	3	2	..	..
Ambergate, Matlock et Buxton................	11 1/2	2	4	..	..
Londres et Blackwall......	3 1/2	..	..	..	..
A reporter.....	2040	385	414	53	9 1/8

Report.....	2040	385	414	53	9 1/8
Ligne de Caldon-Low Quarry.	3 1/4	1	. .	4	. .
Moira Colliery...........	1/2	2	2	. .	. .
Maryport et Whitehaven....	1/2	4	4	. .	. .
Ligne de la Ce de Butterley.					
Butterley Iron...........	2 1/2	1	. .	2	. .
SUD-EST.					
Londres à Douvres........	88		11	18	. .
d° à Rochester.......	31	4	88	. .	. .
d° à Bricklayers'Arms..	4	2	2	. .	. .
Tonbridge à Tunbridge Wells	5	3	2	4	. .
d° à Hastings-Road. .	1	2	2	. .	. 1/8
d° au Laboratoire...	. .	1	. .	2	. .
Paddock-Wood à Maidstone..	10	3	5	. .	. .
Ashford à Ramsgate......	30	3	5	. .	. .
Minster à Deal..........	9	3	3	3	. .
Ramsgate à Margate.......	4	3	2	. .	. .
TOTAL.....	2218 3/4	415	540	76	10 3/4

136. *Stations télégraphiques.* — Voici la liste des stations qui se trouvent sur ces diverses lignes :

LISTE DES STATIONS DE TÉLÉGRAPHES.

Abbey-Wood.
Alnwick.
Ambergate.
Ashford.
Barnsley.
Berwick-on-Tweed.
Beverley.
Birmingham.
Bishopsloke.
Blackheath.
Bradford.
Bridlington.
Broxbourne.
Burton-on-Trent.
Cambridge.
Canterbury.
Charlton.
Chelmsford.
Cheltenham.
Chesterfield.
Chilham.
Colchester.
Darlington.
Dartford.
Deal.
Derby.
Douvres.
Dunbar.
Durham.
Edenbridge.
Edimbourg.
Ely.
Erith.
Farleigh.
Folkstone.
Glasgow.
Gloucester.
Godstone.
Gospord.
Graveshend.
Greenhithe.
Halifax.
Headcorn.
Hertford.
Hull.
Hythe.
Ipswich.
Leeds.
Leicester.
Leith.
Lewisham.
Lincoln.
Liverpool.
Londres.
Loughborough.
Lowestoffe.
Maidstone.
Malton.
Manchester.
March.
Marden.
Margate.
Melton.
Merstham.
Minster.
Morpeth.
Newark.
Newcaste.
Newmarket.
Norwich.
Normanton.
Northallerton.
Northfleet.
Nottingham.
Paddock Wood.
Penshurst.
Peterborough.
Pluckley.
Ramsgate.
Reigate.
Rochester.
Rochdale.
Romford.
Rotherham.
Rugby.
Sandwich.
Scarborough.
Selby.
Scheffield.
Skipton.
Slough.
Southampton.
South Shields.
Staplehurst.
Stamford.
Saint-Ives.
Stortford.
Sunderland.
Tamworth.
Thetford.
Thirsk.
Todmorden.
Tonbridge.
Tunbridge Wells.
Wakefield.
Ware.
Wateringbury.
Wisbeach.
Witham.
Woolwich.
Worcester.
Yarmouth.
York.

137. Comme mon intention n'a été que de décrire les systèmes télégraphiques en usage en Angleterre, je crois inutile de parler des autres inventions brevetées appartenant à la compagnie des télégraphes, ce qui d'ailleurs augmenterait trop ce volume ; ni de donner une liste de

toutes les ingénieuses dispositions qui sont encore des propriétés particulières. Cependant, comme le télégraphe-imprimeur de M. Bain a été dernièrement employé entre Birmingham et la station de la compagnie à Lothbury, je dirai que les signaux sont reçus au moyen d'une bande de papier humecté par quelque solution chimique que l'action d'un courant électrique décompose en présentant une trace [1]. La bande se déroule à la manivelle, et le courant s'envoie à la main ou à la mécanique; une combinaison de divers courants produit des points et des lignes qui constituent l'alphabet.

138. Télégraphe sous-marin. — Voici une expression malheureuse, car elle fait penser à la multitude qu'il s'agit d'une sorte particulière d'instrument, mieux calculée que les autres, pour conduire les signaux télégraphiques sous les flots de l'Océan. La seule chose *sous-marine* est le fil conducteur; et quand celui-ci se trouve *in sitû*, peu importe, quant à ce qu'il y a de sous-marin, quel est le générateur du courant électrique, et quel instrument interprétateur est de chaque côté. Isolés comme nous le sommes des autres nations, et grandement intéressés dans tout ce qui transpire sur le continent, nous soupirons naturellement après le jour où il y aura entre Douvres et Calais, et Folkstone et Boulogne, des communications télégraphiques aussi faciles que celles qui existent entre Londres et Douvres.

139. Le premier pas a été fait; le premier relai a été traversé : de Londres on a transmis des signaux sur la côte de Folkstone, au moyen d'un fil recouvert, communiquant sous l'eau, après un parcours de deux mil-

[1] C'est la pointe d'un stylet qui, sous l'influence du courant, trace à distance des points ou de petites lignes d'un bleu foncé, représentant des lettres. Pour préparer ce *papier chimique*, on commence par le tremper dans une solution d'acide sulfurique, puis dans une solution de prussiate de potasse. M. M.



les, au pont d'un bateau qui se trouvait à flot; une correspondance a ainsi eu lieu le 10 janvier 1849. Mais, comme le jour viendra certainement, bien qu'il ne soit peut-être pas prochain, où cet embryon de l'invasion du domaine de Neptune sera une réalité pratique, il n'est pas mal d'avoir fidèlement les détails de cette expérience.

Ayant obtenu des directeurs de la Compagnie du sud-est, la permission d'employer dans plusieurs de nos tunnels humides le fil recouvert de gutta-percha, à l'achèvement duquel je me trouvais accidentellement, il me vint à l'idée que j'avais à ma disposition tout ce qu'il fallait pour une expérience sous-marine : — une ligne de chemin de fer de Londres à la côte, un port dans la même direction que le chemin de fer, une flotte de paquebots dans ce port, et un fil de plusieurs milles de longueur, recouvert d'une matière parfaitement isolante. Il est vrai que la saison (janvier) n'était pas bonne, mais il ne fallait pas hésiter. J'expliquai mes vues aux directeurs, et j'obtins sans difficulté leur consentement et leur appui. Le jour fixé, ils ordonnèrent à un paquebot d'être à mes ordres; ils avaient envoyé des cartes d'invitation qui donnaient librement passage sur tout le chemin de fer, et de Calais et Boulogne à Folkstone, aller et retour, valables pour plusieurs jours.

140. J'avais choisi deux milles de fil de cuivre nº 16, garni de gutta-percha, et personnellement éprouvé le tout sous l'eau, bout par bout, ainsi que les divers joints. Après l'avoir, ensuite, enroulé sur une espèce de dévidoir en bois, on le porta à Folkstone.

La vue du port de Folkstone (*fig.* 16) rendra plus clairs les détails de nos expériences. Un embranchement, d'environ un mille de longueur, descend de la ligne principale du chemin de fer au port, traversant la station par le pont mobile que l'on voit. Le bureau du té-

légraphe est dans la dernière pièce des bâtiments moins élevés, au-delà de la station. Nous sommes obligés d'éviter le pont depuis que les bâtiments mâtés doivent entrer dans le port intérieur; alors nous faisons faire un détour aux fils derrière *Pavillon-Hôtel* et *Harbour-House*. J'ai planté dans les sables un poteau plus élevé que la marque de l'eau, et qui me servit à établir un fil du bureau du télégraphe au bord de la mer. Le 9, au soir, j'essayai, pour la dernière fois, la continuité du fil en plaçant le dévidoir sur le sable et en faisant communiquer le fil recouvert avec le fil venant de Londres; puis alors, l'eau à nos pieds et à la lueur des lampes, au milieu d'un groupe mêlé et étonné de pêcheurs, de matelots, d'officiers en retraite et d'autres, nous reconnûmes que le circuit était bon en tenant une conversation avec les employés de Londres.

141. Notre intention était de prendre le lendemain le dévidoir dans un petit bateau, de nous placer à peu près en ligne directe de la plage, de dévider et d'immerger notre fil tout en avançant, et d'attendre à l'ancre l'arrivée du train de Londres; alors le paquebot, avec nos amis et l'appareil télégraphique sur le pont, serait venu, dans la situation que l'on voit à droite, nous prendre avec le bout du fil. Mais l'aspect du temps changea dans la nuit; le vent s'éleva, et la mer devint si houleuse, que non-seulement c'eût été un essai stérile, pour des hommes qui ne sont pas marins, que de faire des recherches philosophiques sur un parquet aussi mal assuré qu'un bateau secoué par les vagues, mais qu'il eût été impossible d'éviter la rupture du fil. Alors donc, au lieu que le paquebot vienne retrouver le bateau, celui-ci s'en alla seul, fila le fil, comme on l'avait d'abord pensé, et ramena le bout à la plage. Le fil le plus élevé des quatre fut continué, en ligne directe de sa terminaison actuelle, par le fil à gutta-percha, que l'on

conduisit dans la mer plus loin que la jetée et que l'on fila devant le port; il passait à l'entrée du port et aboutissait à l'instrument qui était sur le pont du paquebot amarré le long de la jetée, à l'endroit qu'on le voit dans le dessin. Ainsi les conditions de l'expérience étaient les mêmes, bien que l'effet ne fût pas aussi frappant que si le paquebot avait été en pleine mer avec l'extrémité du fil.

142. Il avait été entendu d'avance que ce jour-là le travail du télégraphe se ferait sur un fil (n° 2) et que le numéro 1 resterait libre pour ces expériences. Le bout du fil de Folkstone, comme je l'ai dit, était soudé au fil submergé dont l'autre bout communiquait alors avec un instrument à simple aiguille, qui était sur le pont, et le circuit se complétait par une plaque de terre qui était dans la mer.

143. Ces opérations se firent en présence de nos invités, qui se trouvaient à bord; il ne s'était pas fait de *répétition*, et le fil se trouvait battu par les flots contre la jetée. Il faut que j'avoue que je n'étais pas très à l'aise d'avoir tant de témoins, venus si loin de leurs affaires, pour assister à une expérience dont le premier essai allait être fait en public. Je savais qu'un léger défaut d'insulation n'aurait pas fait manquer l'expérience, si les deux milles de fil submergé avaient été seuls en circuit, mais quand il fallait y ajouter les quatre-vingt-trois milles entre la côte et Londres, je redoutais quelque circonstance fatale. Tout étant prêt, je pris la poignée de l'instrument et je fis la lettre L, signal d'appel de Londres; on eut instantanément connaissance du signal; et, à midi trois quarts, la première dépêche passa sous le canal Britannique, en ligne directe pour Londres; elle portait: « M. Walker au directeur. — Je suis à bord de la *Princesse Clémentine* : j'ai réussi. » Immédiatement une correspondance fut établie. Il s'échan-

geа des communications avec d'autres stations de la ligne principale, et, après plusieurs heures d'immersion, le fil fut retiré sain et sauf. Il est maintenant placé dans le tunnel de Merstham, et a servi depuis à l'envoi de toutes nos dépêches importantes de Londres.

144. Sur la carte (*fig.* 9, § 51), j'ai donné les contours de la côte française, avec le sondage en *fathoms* [1] de la partie du canal entre Folkstone et Boulogne, et les deux bancs vis-à-vis Folkstone. J'y ai aussi indiqué, par des lignes pointées, le chemin que pourrait suivre un fil sous-marin. Il ne faut pas supposer qu'il serait praticable d'essayer l'usage d'un fil aussi fin et aussi exposé que ceux d'aujourd'hui pour traverser le canal; il ne faut pas croire non plus que, si l'on n'a pas poussé plus loin, ce soit parce que des difficultés insurmontables se présentent; mais il y a un obstacle d'une autre espèce, et tant qu'il existera, il est peu probable qu'une tentative se fasse. Je fais allusion à la politique du gouvernement français qui garde à lui seul l'usage et le contrôle des télégraphes en France; ainsi, lors même qu'il serait permis à un conducteur télégraphique d'arriver sur les côtes françaises, l'avantage d'éviter deux heures, au moins, de traversée, ne serait jamais proportionné à la *grandeur* et aux dépenses de l'entreprise. Nous devons espérer que le temps et les circonstances changeront cet état de choses, et que la politique permettra au public français de se servir aussi librement et aussi sûrement des télégraphes que les Anglais s'en servent aujourd'hui; et alors, dans une prochaine édition de ce livre, nous pourrons étudier un plan de traverser le canal. Les écrivains français sur la télégraphie électrique appuient fortement sur l'urgence d'annuler ces restrictions. Pendant l'im-

[1] Le *fathom* anglais = 1 mèt. 828.

pression même de ces pages, la question est venue à l'Assemblée législative de France. Un comité qui a fait un rapport le 4 février 1850, relativement à certaines lignes de télégraphes électiques à établir sur quelques-uns des chemins de fer, et qui a appuyé une allocation à cet effet, s'est informé si le ministre de l'intérieur était dans l'intention de livrer les télégraphes électriques au public, comme l'avait proposé son prédécesseur, M. Dufaure. Le ministre a répondu que *c'était une question sérieuse sur laquelle il ne pourrait décider qu'après renseignements ultérieurs.* Ce n'est pas à nous qu'il appartient, ni ce n'est pas ici le moment, d'entrer dans les raisons de cette question, en tant que ce qui concerne le gouvernement français, ni nous n'essaierons pas d'examiner jusqu'à quel point la France est préparée à une concession si déterminée et si importante. Il nous reste seulement à espérer que les « renseignements ultérieurs » qui seront recueillis par le comité et présentés à l'Assemblée, peuvent avoir une tendance favorable à une abolition graduelle des restrictions qui empêchent les négociants et les citoyens français de profiter de cette admirable application scientifique.

145. Sans examiner tout ce qui se rattache à cette question, il semblerait qu'il devrait résulter un bien général de ce que la capitale de l'empire Britannique pût communiquer instantanément avec les capitales des autres grandes nations d'Europe. Nous avons fait notre part; nous avons étendu nos conducteurs depuis Londres jusqu'aux côtes, à la portée du plus propice et du principal passage entre l'Angleterre et la France. Le premier *bureau* que rencontre l'œil étranger en mettant le pied sur le sol britannique est celui du télégraphe de Folkstone, ouvert, sans faveur ni préférence, au premier venu. Quelques pas sur la jetée, et il peut, pour

une somme modique, entrer en communication immédiate avec Londres, ainsi qu'avec toutes les principales villes d'Angleterre. Mais le jour de la réalisation de ce projet serait plus proche que nous ne pensons, si nos voisins de l'autre côté de la Manche faisaient comme nous, si les conducteurs que l'on établit de Paris à Calais étaient accessibles au public comme le sont les nôtres. Si la facilité de communications qui existe aujourd'hui entre Londres et Paris par les chemins de fer et les paquebots a si puissamment contribué à faire grandir les bons rapports entre les citoyens des deux pays, que sera-ce quand nous pourrons échanger nos pensées avec la rapidité de l'éclair?

Note du traducteur. Pendant l'impression des pages qui précèdent, tous les journaux de Paris ont annoncé que le fil sous-marin d'un télégraphe électrique était déja placé entre Douvres et le cap Grinez (près Calais); que les expériences les plus satisfaisantes avaient eu lieu, etc.; mais rien n'est moins vrai que cette nouvelle qui, du reste, se répète de temps en temps dans les journaux anglais, avec accompagnement de circonstances telles qu'on croirait que « c'est un fait accompli, » comme dit M. Walker dans une lettre du 3 août 1850, adressée à M. Magnier, et qui dément, jusqu'à ce jour, toute apparence de travaux de ce genre.

APPENDICE

A LA TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE.

TÉLÉGRAPHE DE M. WERNER SIEMENS.

(Extrait par l'auteur.)

Dans le premier chapitre de ce Mémoire, je traite de l'établissement du circuit télégraphique. Je commence par faire remarquer que l'immense majorité des perturbations auxquelles sont sujets les télégraphes électriques provient des variations dans l'intensité des courants employés. Ces variations, à leur tour, ont leur source surtout dans les conditions variables du circuit conducteur. J'énumère les causes des perturbations qui agissent principalement dans les circuits établis à l'aide de fils aériens. On en peut distinguer trois classes, savoir : 1° les perturbations qui résultent des variations dans l'état d'isolement du fil; 2° celles qui sont produites par des courants étrangers dus à des variations de l'électricité atmosphérique, y compris les dégâts causés par de véritables décharges en temps d'orage; 3° celles qui dérivent de lésions du circuit par accident ou par malveillance. Ces nombreux inconvénients attachés à la situation exposée des fils aériens ont fait naître de bonne heure l'idée de s'en garantir en installant les fils sous terre. Cependant, les efforts tentés avant moi dans cette direction sont restés, en général, infructueux. Au printemps de 1848, le gouvernement prussien, sur ma proposition, adopta le système des fils souterrains enduits de gutta-percha. Aujourd'hui, sept grandes lignes sou-

terraines, d'une longueur développée de plus de 2,500 kilomètres, exécutées en grande partie sous ma surveillance, réunissent Berlin aux points les plus distants du nord de l'Allemagne. Après avoir fait l'historique de ces travaux, je passe à décrire les procédés qui servent : 1° à fabriquer le fil souterrain; 2° à s'assurer de son isolement avant de l'enterrer; 3° à l'établir convenablement sur les lignes télégraphiques; 4° à explorer l'isolement et la continuité du fil en terre; enfin 5° à découvrir le lieu précis de solutions de continuité, soit de l'enduit, soit du fil métallique. Cela se fait à l'aide d'une formule qui donne le lieu de la lésion à un centième près de la longueur de lignes tant soit peu étendues, et, pour le reste, moyennant la méthode que j'ai appelée de *bissection*. Le prix de revient des fils souterrains en place excède, à la vérité, celui des fils aériens, d'une fraction variable selon les circonstances; mais, en dernière analyse, l'avantage, même sous le rapport des frais, se trouvera du côté des fils souterrains. Ceux-ci, en effet, selon toutes les probabilités, jouiront d'une durée presque indéfinie, tandis que les fils aériens ont besoin d'être renouvelés à des époques plus ou moins rapprochées, à cause de la pourriture des poteaux et d'une modification moléculaire qui, après un certain temps, altère la cohésion des fils télégraphiques et les rend cassants au point de se rompre par le moindre effort. Quant à la sûreté du service, autant qu'elle dépend de l'intégrité du circuit, il n'y a pas, en réalité, de comparaison à établir entre les deux systèmes des fils aériens et souterrains. Cela est évident d'abord pour les lésions provenant 'accident, ou causées par la malveillance; mais, de plus, l'état d'isolement des fils souterrains est tout-à-fait exempt des variations auxquelles est sujet celui des fils aériens, et, grâce à la couche conductrice du sol humide qui les recouvre, les fils souterrains ne sont plus,

comme les fils aériens, le siége d'incessantes fluctuations électriques par l'effet des variations de l'électricité atmosphérique, outre qu'ils sont soustraits aux effets destructeurs du tonnerre. En un mot, les fils souterrains satisfont pleinement à la condition très-importante de ne donner lieu, presque en aucune manière, à des variations dans l'intensité des courants employés. Je termine en signalant plusieurs phénomènes remarquables qu'offrent les lignes souterraines, et dont le plus saillant est dû à ce que le fil souterrain, avec son enduit isolant, représente une énorme jarre de Leyde qui est chargée par la pile, comme cela a lieu dans une expérience bien connue de Volta.

Dans le second chapitre, je traite des appareils destinés à transmettre et à recevoir les signaux, et en particulier des appareils télégraphiques de mon invention, adoptés par le gouvernement prussien, et d'un usage presque général dans tout le nord de l'Allemagne. Je donne, en général, la préférence aux télégraphes dits rotatoires ou à cadran sur les télégraphes à aiguilles et autres, dans lesquels les lettres de l'alphabet ou les signaux télégraphiques sont composés à l'aide de signaux élémentaires, par la raison que les avantages qu'offrent ces derniers, sous le double rapport de la simplicité de construction et de la rapidité de la correspondance, ne sauraient jamais balancer le défaut de sûreté dans la transmission des dépêches qu'on a droit de leur reprocher. Mon télégraphe se distingue du télégraphe à cadran de *Wheatstone* et de ceux construits sur le même type, en ce point capital, qu'il n'y a à chaque station qu'un seul et même appareil pour la transmission et la réception des signaux, et que cet appareil est une véritable machine électro-magnétique douée d'un mouvement propre. Qu'on s'imagine une pièce de fer doux qui sert d'armature aux deux pôles d'un aimant tem-

poraire, dont toutefois un ressort tend constamment à la tenir éloignée. Dès qu'on ferme le circuit, l'armature est attirée; mais, dans son mouvement, elle rouvre aussitôt le circuit, et le ressort reprend le dessus. Mais, dans le mouvement imprimé à l'armature par le ressort, le circuit venant à être fermé de nouveau, le même jeu se renouvelle indéfiniment, et il en résulte des oscillations de l'armature plus ou moins rapides, qui servent à faire mouvoir une aiguille sur un cadran horizontal, sur lequel sont inscrites les lettres de l'alphabet ou tels signes qu'on voudra. Pour faire en sorte que l'aiguille s'arrête à une lettre donnée, il n'y a qu'à presser la touche correspondante d'un clavier disposé autour du cadran; alors, par un mécanisme particulier, l'aiguille arrivée à cette lettre, le circuit ne peut plus se fermer de nouveau par le jeu du ressort, et le moteur est entravé dans sa marche. Maintenant, qu'on s'imagine un nombre quelconque d'appareils semblables, tous disposés dans le même circuit. Comme il suffit de l'interruption du circuit en un seul endroit pour enrayer le courant dans toute son étendue, il est évident que les oscillations des armatures de tous ces appareils devront être synchrones, et, par suite, les temps de marche et d'arrêt de leurs aiguilles; enfin, il n'y aura qu'à presser une touche d'un de ces appareils pour en voir les aiguilles s'arrêter toutes à la fois à la même lettre. Cette disposition offre les avantages suivants : 1° l'appareil n'exige, pour être manié, aucune dextérité particulière; 2° le circuit étant interrompu par chaque attraction de l'armature, il est impossible qu'un accroissement disproportionné de l'insensité du courant entraîne jamais à sa suite une trop forte adhérence de l'armature et les perturbations qui en résultent dans les autres télégraphes en usage; 3° la vitesse de la marche de l'appareil étant, tout au contraire, proportionnelle à l'intensité

du courant, mon télégraphe, chose remarquable, fonctionne d'autant mieux et d'autant plus rapidement, jusqu'à une certaine limite, que le circuit est moins bien isolé; 4° à tout instant et à chaque station, tous les appareils qui font partie du même circuit peuvent être arrêtés à volonté, sans que les aiguilles courent risque de se détacher; 5° à l'aide d'un mécanisme approprié, ce télégraphe admet l'emploi d'une pile auxiliaire dans le cas où il s'agit de le faire fonctionner, sans station intermédiaire, à de très-grandes distances, par exemple de 500 kilomètres; enfin 6° il suffit d'un seul fil et d'un seul stationnaire à chaque station pour le service du télégraphe. La construction de mes carillons d'alarme repose sur le même principe que celle du télégraphe même, en sorte qu'il donne le réveil indéfiniment jusqu'à ce qu'il ait attiré l'attention du stationnaire, qui l'ôte alors du circuit pour le remplacer par le télégraphe. A chacun de mes télégraphes, on peut ajouter, à volonté, un appareil qui imprime la dépêche en caractères ordinaires, sans que la marche du télégraphe en soit d'ailleurs affectée. Dans cet appareil, il y a d'abord un aimant temporaire qui attire son armature et l'abandonne chaque fois que le télégraphe ferme et rouvre le circuit. Les oscillations de l'armature sont employées, comme dans le télégraphe, à faire tourner un axe. Mais cet axe, au lieu d'une aiguille, porte cette fois-ci la roue-type de *Wheatstone.* Dans le mouvement de la roue, le poinçon correspondant à la lettre qu'indique à chaque instant l'aiguille du cadran, vient se placer précisément au-dessus d'un marteau. Les oscillations de l'armature, outre qu'elles font tourner la roue, ferment et rouvrent le circuit d'une pile additionnelle dont le courant met en action un second aimant temporaire. Cet aimant, en attirant son armature, fait trois choses: 1° il force le marteau à appuyer le poinçon contre un

cylindre noirci, entre lequel et le poinçon se trouve la bande de papier; l'impression faite, 2° l'armature fait tourner le cylindre d'une fraction de sa circonférence égale à la largeur d'un caractère; enfin, 3° pour empêcher que l'armature reste trop longtemps attirée, elle rouvre elle-même, en arrivant au terme de sa course, le circuit de l'aimant temporaire, en sorte que le marteau retombe aussitôt qu'il a frappé son coup, et n'entrave jamais la marche de la roue-type. Mais toutes ces opérations n'ont pas lieu pour chaque lettre que l'aiguille du cadran indique successivement dans sa course rapide, parce que, dans ce cas, le circuit de l'aimant temporaire ne reste pas fermé assez longtemps pour permettre à l'aimant d'acquérir la force nécessaire. Au contraire, quand on arrête un instant le télégraphe en appuyant sur une touche, cette condition se trouve réalisée et l'impression se fait. Quant au nombre des signaux transmis par minute, le télégraphe, sans le mécanisme additionnel mentionné plus haut, fournit soixante caractères imprimés, y compris les blancs; avec le mécanisme additionnel qui devient nécessaire pour les distances au-delà de 500 kilomètres, ce chiffre se réduit à peu près aux trois quarts.

RAPPORT

FAIT A L'ACADÉMIE DES SCIENCES

SUR LES

APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES

De M. SIEMENS (de Berlin),

(Commissaires : MM. Regnault, Seguier ; — M. Pouillet, Rapporteur.)

« Le télégraphe que M. Siemens présente à l'Académie est du genre des télégraphes alphabétiques, c'est-à-dire que les mouvements produits par le courant de la pile ont pour objet de signaler à la station plus ou moins éloignée qui reçoit la dépêche les lettres successives qui en composent les mots.

« Avant les perfectionnements considérables introduits par M. Siemens, les télégraphes de cette espèce étaient, en général, établis dans les conditions suivantes :

« Deux fils de métal joignent les deux stations qui doivent correspondre, par exemple, entre Paris et Berlin ; ils sont isolés avec soin, ne communiquent électriquement ni entre eux ni avec le sol, soit qu'on les ait suspendus en l'air en les soutenant par des poteaux espacés de cinquante mètres en cinquante mètres, soit qu'on les ait enfouis sous terre après les avoir enveloppés d'un enduit non-conducteur presque inaltérable, comme la gutta-percha convenablement préparée.

« Si, à Berlin, une pile est disposée ayant son pôle

positif en communication avec l'un de ces fils et son pôle négatif avec l'autre, cela ne suffit pas pour que le courant s'établisse; car, à Paris, le circuit reste *ouvert*, puisque les extrémités des deux fils ne communiquent pas entre elles. Mais si, à Paris, l'on *ferme* le circuit en joignant les deux fils ou en les réunissant par un arc conducteur quelconque, le courant s'établit à l'instant, le fluide électrique circule d'une manière permanente, avec la vitesse qui lui est propre, dans toute l'étendue des fils et dans tous les appareils qui les réunissent à l'une et à l'autre de leurs extrémités.

« On dit alors que le fluide vient de Berlin à Paris par le fil qui communique avec le pôle positif de la pile, et qu'il retourne de Paris à Berlin par le fil qui communique avec son pôle négatif.

« Cependant il faut bien se garder de prendre à la lettre ces expressions d'aller, de retour et de circulation, qui sont reçues dans la science; elles ne veulent pas dire que le fluide électrique circule en effet ou qu'il éprouve un mouvement de translation analogue à celui du liquide qui se meut dans un tube, ou à celui du gaz, qui va du gazomètre au bec d'éclairage; elles signifient seulement que le fluide électrique fait sentir ses effets sur les différents points du circuit.

« Quand le son va frapper un écho et revient à son origine, on peut dire aussi qu'il a un mouvement d'aller et de retour ou un mouvement de circulation, et l'on sait bien cependant qu'en réalité ce n'est pas l'air lui-même qui se transporte depuis le point où il est ébranlé jusqu'à la surface qui fait l'écho, et depuis cette surface jusqu'au point primitif du départ; au lieu de se transporter, l'air vibre, et ce sont ces vibrations qui se transmettent successivement, et de proche en proche, avec une certaine vitesse; c'est donc le mouvement qui va et qui revient, qui se transmet et qni circule, et non

pas le fluide lui-même, ou, en général, le milieu dans lequel le mouvement s'accomplit.

« C'est là ce qu'il faut entendre quand on parle de la transmission de l'électricité, comme quand on parle de la transmission du son ou de la lumière.

« Le courant électrique circule donc de Berlin à Paris et de Paris à Berlin sous la condition : 1° que la pile donne de l'électricité ; 2° que les fils soient bien isolés ; 3° que le circuit reste exactement fermé sur tous les points de son trajet sans offrir nulle part la moindre solution de continuité.

« S'il arrive que les fils communiquent électriquement entre eux ; si, par exemple, on les réunit par un fil fin de métal, par un filet d'eau ou d'humidité, ou, en général, par un arc conducteur, cet arc conducteur devient à l'instant le siége d'un courant dérivé qui affaiblit dans une certaine proportion le courant dévolu à la portion restante du circuit.

« Ce qui arrive pour une seule dérivation arrive pour un nombre quelconque, et l'on conçoit que si les poteaux où s'attachent les fils ne leur donnent pas un isolement parfait, il en résulte autant de courants dérivés que de poteaux, c'est-à-dire vingt par kilomètre, et qu'alors les piles les plus énergiques deviennent bientôt insuffisantes pour faire passer un courant efficace dans une ligne télégraphique d'une étendue considérable.

« La théorie permet de calculer les intensités du courant dans les diverses portions d'un circuit ainsi ramifié de la manière la plus complète, pourvu que l'on connaisse tous les éléments de ces ramifications.

« La théorie avait pareillement indiqué un moyen doublement économique d'établir un circuit entre deux points très-éloignés, comme Berlin et Paris. Ce moyen consiste à remplacer l'un des fils par la terre elle-même. Supposons en effet qu'il n'y ait qu'un seul fil de métal

étendu entre ces deux points, et qu'à Paris son extrémité communique au sol par une large plaque de métal plongeant dans la Seine, ou seulement dans l'eau d'un puits, qu'à Berlin le pôle négatif de la pile communique aussi à l'eau d'un puits, et, par suite, aux eaux de la Sprée; on comprend qu'à l'instant où le pôle positif touchera l'extrémité du fil, le courant viendra, comme tout-à-l'heure, de Berlin à Paris par le fil de métal; mais qu'au lieu de retourner de Paris à Berlin par le second fil qui n'existe plus, il s'en retournera par les eaux de la Seine, de la mer du Nord, de l'Elbe et de la Sprée, et de plus, par toutes les portions du sol dont la conductibilité est suffisante pour lui livrer passage. On dit alors que la terre fait partie du circuit, et l'on réalise ainsi une double économie en ce que l'on évite la dépense d'un second fil et en ce que la terre, à raison de l'énorme section qu'elle offre au courant, lui oppose bien moins de résistance que le deuxième fil dont elle tient la place.

« Ajoutons un mot sur les signes télégraphiques.

« Le courant qui passe d'une manière continue dans un circuit formé par deux fils ou par un seul fil et la terre, ne produisant qu'un effet constant et uniforme, est peu propre à donner les signes essentiellement variés qui sont indispensables à l'expression de la pensée. Il est donc nécessaire de tirer du courant des effets différents et de combiner entre eux ces effets jusqu'à ce que l'on obtienne enfin autant de signes qu'il en faut pour reproduire tout ce que les langues humaines peuvent exprimer. On y parvient d'une manière très-simple en interrompant le courant pour le rétablir ensuite, et en disposant les choses pour que ces alternatives donnent naissance à un mouvement de va-et-vient plus ou moins rapide; pour cela, on introduit dans le circuit un électro-aimant qui devient aimant pendant que le courant

passe, et qui cesse de l'être aussitôt que le courant cesse. Pendant qu'il est aimant, il attire son armature, et dès que le courant cesse il y a un ressort qui la rappelle ; ainsi l'armature oscille ou vibre en quelque sorte entre l'action du ressort et celle de l'électro-aimant. Ces vibrations peuvent se faire avec une rapidité presque incroyable, car il est très-facile de construire des appareils qui en exécutent plusieurs centaines dans une seconde, et assurément l'on parviendrait sans peine à décupler ce nombre. Mais, comme on le voit, il y a là une condition essentielle à remplir, c'est un rapport nécessaire entre la vivacité du ressort qui rappelle l'armature et la puissance attractive de l'aimant qui l'entraîne en sens contraire, puissance qui dépend elle-même de plusieurs données, et surtout de l'intensité du courant.

« Ce mouvement de va-et-vient une fois obtenu avec la régularité et la vitesse qu'on veut lui donner, il est facile de le transformer en mouvement de rotation et d'avoir ainsi une aiguille parcourant un cadran sur lequel on inscrit ou les lettres de l'alphabet ou d'autres signes conventionnels. Alors il suffit d'arrêter pendant un instant très-court, par exemple un tiers ou un quart de seconde, l'aiguille vis-à-vis de la lettre ou du signe que l'on veut faire. Par ces moments d'arrêt, on peut dire en quelque sorte que le courant montre du doigt à celui qui reçoit la dépêche la série des signes dont elle se compose ; il n'a plus qu'à les écrire quand le mot est fini, ce qui s'annonce par un signal particulier, ou, s'il veut aller plus vite, les dicter à quelqu'un qui ait la main assez prompte pour écrire aussi vite que parle le télégraphe.

« Dans le système dont il s'agit ici, chaque oscillation simple pourrait correspondre à une lettre du cadran ; mais il vaut mieux, en général, disposer les choses pour que l'oscillation double ne fasse passer qu'une lettre ;

ainsi, s'il y a trente signes sur le cadran, il faudra trente oscillations doubles de l'armature pour que l'aiguille fasse un tour entier. Alors l'aiguille n'est arrêtée un instant qu'à la fin de l'oscillation double, c'est-à-dire pendant que l'armature est sous l'action du ressort et non pas sous l'action attractive de l'électro-aimant.

« Il reste à faire comprendre comment l'opérateur de Berlin qui envoie la dépêche parvient à interrompre le courant avec la vitesse et la régularité convenables, et comment il est sûr d'arrêter l'aiguille de l'autre station, c'est-à-dire de Paris, très-exactement sur les lettres qu'il veut signaler. Il a pour cela un *interrupteur*, c'est-à-dire une roue ayant par exemple soixante centimètres de circonférence et divisée en soixante parties égales; ces divisions, formant une surface cylindrique sur la périphérie de la roue, sont alternativement de métal et d'ivoire, c'est-à-dire conductrices et non conductrices. Vis-à-vis de ces dernières, qui sont au nombre de trente, sont reproduits dans le même ordre les trente signes du cadran de Paris qui reçoit la dépêche. Les deux bouts du fil qui doivent se toucher pour compléter le circuit viennent s'appuyer sur la périphérie de l'interrupteur, touchant en même temps l'une des soixante divisions qui s'y trouvent; si c'est une division de métal, le courant passe; si c'est une division d'ivoire, il ne passe pas. Par conséquent, si l'opérateur fait tourner la roue avec la main pour qu'elle accomplisse une révolution entière en partant d'une division d'ivoire, il est certain que le courant aura passé trente fois et aura été trente fois interrompu, que l'électro-aimant de Paris sera devenu trente fois électro-aimant et aura trente fois cessé de l'être, que l'armature aura fait trente vibrations doubles, et qu'enfin l'aiguille du cadran aura fait un tour entier comme l'interrupteur de Berlin. S'ils étaient d'accord, c'est-à-dire s'ils correspondaient au même

signe où à la même lettre en commençant, ils seront d'accord en finissant ; et rien n'est plus facile, par la correspondance elle-même, que d'établir cet accord et de le vérifier aussi souvent que l'on veut.

« Chaque station doit avoir les deux appareils dont nous venons de parler, l'interrupteur pour envoyer la dépêche, et le cadran pour la recevoir ; on ajoute encore un troisième appareil, le carillon d'alarme, qui n'est introduit dans le circuit que dans les intervalles où la correspondance est suspendue : alors celui qui veut envoyer une dépêche fait sonner le carillon de l'autre station pour appeler au travail les employés qui doivent la recevoir.

« Tous les télégraphes alphabétiques construits antérieurement à M. Siemens ressemblent à celui que nous venons de décrire ; on peut les caractériser d'une manière générale en disant qu'ils ont nécessairement un interrupteur qui se meut à la main, par celui qui envoie la dépêche ; et que, par suite, celui qui reçoit la dépêche est obligé de se taire et de rester passif jusqu'à ce que son correspondant lui laisse la liberté de parler à son tour. Que si les divers appareils dont on a fait usage présentent entre eux quelques différences, elles ne portent pas sur ces deux points, mais seulement sur le mécanisme qui sert à transformer le mouvement de va-et-vient en mouvement de rotation, ou sur la disposition du cadran, ou sur la forme de l'interrupteur, ou enfin sur le nombre des divisions tant conductrices que non conductrices dont il se compose.

« M. Siemens a considéré sous un tout autre aspect le problème du télégraphe alphabétique, et il est entré dans une voie tout-à-fait nouvelle en se proposant de maintenir à l'opérateur qui reçoit la dépêche, pendant même qu'il la reçoit et qu'il écrit, son action directe et immédiate sur l'opérateur qui la lui envoie, et cela sans

avoir recours à un second fil, sans rompre l'accord des cadrans et des appareils et sans amener la moindre perturbation dans la série des signes dont la transmission est commencée.

« La méthode ordinaire refuse absolument cet avantage à celui qui reçoit la dépêche; car s'il voulait parler pendant qu'on lui parle, il en résulterait à coup sûr une confusion dont on aurait peine à sortir. S'il voit son appareil se déranger, faire un signe pour un autre et répéter tout autre chose que ce qu'on lui dit, il n'a qu'un seul moyen à sa disposition, c'est de rompre le circuit, c'est-à-dire de couper la parole à son correspondant. Alors, ce n'est qu'après des pourparlers et des pertes de temps considérables que la dépêche peut être reprise.

« Par la méthode de M. Siemens, celui qui reçoit la dépêche peut, au contraire, à chaque instant et sans aucun trouble, parler à celui qui la lui donne, signaler une erreur ou demander la répétition d'un signe mal fait ou mal compris.

« Pour réaliser cet avantage, qui est d'une haute importance, M. Siemens supprime tout-à-fait l'interrupteur dont nous avons parlé, et il dispose son appareil à cadran pour qu'il agisse absolument de la même manière, soit qu'il doive envoyer une dépêche, soit qu'il doive la recevoir. Essayons de faire comprendre ce mécanisme ingénieux qui fonctionne en même temps avec une grande vitesse et avec une régularité parfaite.

« L'armature de l'électro-aimant porte un levier d'environ un décimètre de longueur qui exerce deux actions très-différentes.

« Par la première, il fait passer, à chaque vibration double (aller et retour), une dent de la roue sur l'axe de laquelle est montée l'aiguille indicatrice du cadran, et

par conséquent il porte cette aiguille d'une lettre à la lettre qui suit.

« Par la seconde action, il rompt le circuit et arrête le courant dont il a lui-même reçu le mouvement; mais il ne l'arrête qu'au moment où il est lui-même arrêté par un buttoir dans son excursion d'*aller*, c'est-à-dire quand l'armature, attirée par l'électro-aimant, est venue aussi près des pôles qu'elle doive le faire : alors le circuit étant rompu, l'armature cesse d'être attirée, et se trouvant immédiatement rappelée par son ressort, le levier accomplit son *retour*. A peine touche-t-il à cette autre limite de son excursion, qu'il complète de nouveau le circuit, rétablit le courant, et à l'instant se trouve de nouveau emporté par l'armature pour accomplir son deuxième aller qui, par la même cause, est suivi d'un deuxième retour. Ces vibrations isochrones s'accompliraient ainsi indéfiniment tant que la pile fournirait un courant de même intensité; puis, elles deviendraient plus lentes quand la pile s'affaiblirait, et enfin elles cesseraient après un temps plus ou moins long quand l'action du courant serait devenue trop faible pour que la force attractive de l'électro-aimant pût vaincre l'inertie de l'armature et la tension du ressort qui la retient éloignée des pôles (1).

« Deux appareils semblables introduits dans le cir-

(1) En 1843, M. de La Rive augmentait l'action chimique d'un simple élément, en introduisant dans le circuit un électro-aimant dont l'armature, par ses vibrations lentes, déterminait des ruptures successives. En 1846, M. Froment, appliquant le même principe sous une autre forme, faisait vibrer l'armature d'un électro-aimant avec une vitesse assez grande pour produire des sons et même des sons très-aigus. (Comptes rendus, tome XXIV, p. 428.) A la même époque, M. Froment employait ces vibrations comme moteur, après avoir ajouté à son appareil un mécanisme qui se réglait à volonté et opérait la rupture du circuit à une période quelconque de l'excursion.

cuit, l'un à Berlin, l'autre à Paris, marcheraient de pair et avec un synchronisme parfait, sauf la vitesse de l'électricité qui peut ici être négligée; et s'ils étaient d'accord au premier instant, c'est-à-dire si les aiguilles correspondaient au même signe, elles feraient des milliers de tours et marcheraient pendant des journées ou des années entières en se trouvant toujours d'accord, c'est-à-dire toujours au même instant vis à vis des mêmes signes.

« Aucun opérateur n'est nécessaire : la pile se charge de tout.

« Cependant, jusque-là, l'aiguille indicatrice du cadran n'aurait qu'un mouvement régulier et saccadé analogue à celui de l'aiguille à secondes d'une pendule; seulement il serait bien plus rapide, car l'aiguille indicatrice pourrait faire une révolution entière par seconde, ne mettant qu'un trentième de seconde pour passer d'un signe du cadran au signe suivant, ce qui suppose, dans le levier de l'armature, trente vibrations doubles par seconde. Il est vrai que M. Siemens n'essaye ses appareils qu'avec une vitesse moitié de celle-ci, c'est-à-dire un tour en deux secondes, ou une vibration double du levier de l'armature en un quinzième de seconde. Cela ne veut pas dire toutefois que son télégraphe puisse faire quinze signes par seconde ou neuf cents par minute, car l'œil pourrait à peine suivre l'aiguille; d'ailleurs, avec cette vitesse régulière et uniformément saccadée, elle montre tous les signes également et fait en dernier résultat la même chose que si elle n'en montrait aucun, puisque l'observateur qui la suit ne peut rien distinguer, rien démêler dans ses mouvements; elle fait à peu près comme quelqu'un qui réciterait l'alphabet plusieurs fois de suite, d'une voix parfaitement réglée et monotone, sans faire sentir aucune lettre en particulier; à coup sûr il serait bien impossible de démêler ce qu'il a voulu dire.

« Il faut donc ajouter quelque chose au mécanisme dont nous venons de parler; il faut arrêter l'aiguille dans sa course, non pas longtemps, mais pendant une demi-seconde, un tiers de seconde ou peut-être un quart de seconde, suivant la justesse des mouvements de celui qui envoie la dépêche, et le coup-d'œil plus ou moins prompt de celui qui la reçoit; par là l'aiguille montre, choisit, ou, si l'on veut, prononce en quelque sorte les lettres sur lesquelles l'opérateur doit exclusivement porter son attention. Pour obtenir ce résultat, M. Siemens adapte circulairement autour de son cadran autant de touches qu'il porte de signes, et sur chaque touche est répété, en caractère très-apparent, le signe auquel elle correspond. En posant le doigt sur une touche, on abaisse une petite tige verticale de un ou deux millimètres de diamètre, qui vient alors barrer le passage à un levier horizontal parallèle à l'aiguille et monté sur son axe. C'est exactement comme si l'on arrêtait l'aiguille elle-même; mais le mécanisme est caché au-dessous du cadran pour n'en pas troubler l'aspect, et pour ne pas fatiguer l'attention de l'opérateur. Il ne suffit pas que l'aiguille soit bien fidèlement arrêtée vis-à-vis du signe qu'elle doit indiquer, il importe de plus que le levier moteur, lié à l'armature, dont le même obstacle arrête aussi la vibration, se trouve alors vers le milieu de son retour, c'est-à-dire vers le milieu de l'excursion qu'il fait sous l'influence du ressort qui le rappelle. On comprend, en effet, qu'à cet instant le circuit étant rompu depuis un certain temps, et les effets du courant ayant cessé, il y a moins de chance pour que l'armature contracte une polarité magnétique capable de troubler la marche régulière de l'appareil. Ces conditions sont très-habilement remplies par M. Siemens.

« Celui qui envoie la dépêche n'a donc qu'une seule opération à faire : poser le doigt successivement sur

toutes les touches qui correspondent à la série des signes qu'il veut transmettre. Il abaisse une touche, et l'aiguille indicatrice de son appareil, emportée par le mouvement régulier qui l'anime, n'éprouve rien encore; elle continue sa marche jusqu'à l'instant où elle arrive au signe dont la touche est abaissée; là elle s'arrête. L'aiguille de l'autre station, mue par la même force et soumise au synchronisme, ne peut pas cependant s'arrêter mathématiquement au même instant, car le levier qui la fait mouvoir, rappelé aussi par son ressort, achève forcément son retour, puisqu'il ne rencontre pas, comme son homologue de la première station, un obstacle matériel qui l'arrête; il achève donc son retour, et prend la position où, pour sa part, il complète le circuit et rétablit le courant. Cependant, ce qu'il fait là ne peut pas avoir à l'instant même son efficacité, puisque son homologue de la première station est alors retenu en un point où il rompt le circuit. C'est ainsi que l'opérateur qui envoie la dépêche, posant le doigt sur une touche pendant une certaine fraction de seconde, détermine un instant d'arrêt pareil dans l'aiguille de la seconde station; mais, il faut bien le remarquer, les deux aiguilles ne peuvent pas s'arrêter au même instant : la seconde ne s'arrête qu'après un temps qui équivaut à peu près au quart de la durée d'une vibration complète. Cette circonstance est importante par l'influence qu'elle exerce sur le nombre des signes qui peuvent être transmis dans un temps donné.

« Quand celui qui envoie la dépêche lève le doigt qu'il avait posé sur la première touche pour le porter sur la seconde et faire le deuxième signe, les phénomènes suivants s'accomplissent. Le levier de son appareil, obéissant à l'action du ressort qui le tire, est libre enfin d'achever son retour, et il l'achève en effet. Alors le circuit étant partout fermé, le courant se rétablit;

les armatures des deux stations sont attirées simultanément, et les aiguilles reprennent leur marche concordante jusqu'à l'instant où celle de la première station marque le second signe ; l'aiguille de la seconde station le répète à son tour ; et les mêmes phénomènes se reproduisent jusqu'à la fin de la dépêche.

« Si tout se passe bien, l'opérateur de la seconde station n'a rien autre chose à faire qu'à suivre d'un œil attentif les mouvements de son aiguille indicatrice, et à écrire ou à dicter les signes qu'elle lui a désignés ; si, au contraire, il a un doute, ou s'il est survenu quelque dérangement, il pose le doigt sur une touche ; alors l'aiguille de la première station s'arrête à ce signe, et celui qui envoie la dépêche est prévenu par là que son correspondant veut parler : l'entretien s'engage, les explications s'échangent, et bientôt le travail primitif reprend son cours. On peut dire que c'est une conversation bien ordonnée, entre deux personnes qui veulent s'entendre, chacune ayant une égale liberté de placer son mot à propos.

« L'appareil dont nous venons de donner une idée se suffit à lui-même ; il n'a besoin d'aucun auxiliaire lorsqu'on veut s'en rapporter au manuscrit de l'opérateur, et courir la chance des erreurs qu'il a pu commettre, soit en lisant les mouvements de l'aiguille, soit en écrivant les signes après les avoir lus.

« Mais, pour éviter jusqu'à la possibilité des erreurs de cette espèce, M. Siemens joint au besoin à son appareil une imprimerie magnétique, qui donne la dépêche aussi bien imprimée qu'elle pourrait l'être par la presse ordinaire. Alors le stationnaire n'a pas à s'en mêler ; il peut se promener pendant que son appareil travaille, et s'il revient au bout de quelques minutes, il trouve une bande de papier sur laquelle sont imprimées avec une grande perfection toutes les lettres de la dépêche : elles

ne sont pas seulement mises à la suite l'une de l'autre, mais les blancs sont observés avec soin, petits entre les lettres et grands entre les mots. Rien n'empêcherait d'y mettre la ponctuation la plus correcte, si elle devenait nécessaire à l'intelligence du texte; mais, en général, ce serait perdre un temps précieux à faire des signes inutiles.

« Essayons de donner une idée de cet appareil, qui est très-bien conçu et parfaitement exécuté.

« Un axe vertical, en tout semblable à celui qui porte l'aiguille indicatrice du cadran, et recevant un mouvement de rotation par un mécanisme absolument pareil, reçoit à sa partie supérieure trente rayons horizontaux disposés dans le même plan et espacés également. Chacun de ces rayons, vers son extrémité la plus éloignée de l'axe, c'est-à-dire à 4 ou 5 centimètres de distance, porte en relief assez saillant, et sur sa face supérieure, l'une des lettres du cadran; ces rayons étant flexibles et faisant ressort, il suffira d'en pousser un de bas en haut contre la bande de papier qui se trouve un peu au-dessus, pour qu'il vienne la presser avec plus ou moins de force. Cette bande de papier embrasse, sur un arc d'environ une demi-circonférence, un rouleau à imprimer couvert d'une encre assez ferme. Là ou le papier est fortement pressé par le relief de la lettre, il s'imprime nettement; ailleurs il ne reçoit pas même de taches.

« Mais il reste bien des mouvements à combiner pour remplir fidèlement les deux conditions suivantes, savoir :

« 1° Pour que le rouleau à imprimer, qui doit être immobile au moment où il imprime, tourne d'une quantité convenable et emporte avec lui le papier pour faire un blanc, aussitôt qu'il a reçu la pression d'une lettre, et un blanc plus grand quand il termine un mot;

« 2° Pour que le marteau, qui vient en dessous frap-

per la lettre, vienne juste au moment où elle s'arrête elle-même pendant peut-être un tiers ou un quart de seconde, pour recevoir le coup.

« Nous avons déjà dit que les rayons qui portent les lettres en relief se meuvent comme l'aiguille du cadran, c'est-à-dire qu'ils forment eux-mêmes une espèce de cadran tournant, de telle sorte que toutes les lettres en relief viennent tour à tour passer au-dessus du marteau, qui est disposé pour agir de bas en haut et toujours au même point. Or, à la station qui envoie la dépêche, l'opérateur, mettant le doigt sur une touche, arrête un instant la lettre en relief de la deuxième station, comme il y arrête l'aiguille du cadran lorsqu'on se sert de l'appareil à cadran ; il ne reste donc qu'à faire jouer le marteau pendant cet instant très-court, pour que l'impression soit accomplie.

« C'est un électro-aimant puissant qui est chargé de cet office ; il est mis en jeu par une pile particulière ou pile auxiliaire, dont le courant n'entre pas dans le circuit télégraphique. Chaque fois que le levier moteur du télégraphe exécute une vibration pour faire passer une des lettres en relief, il établit une communication entre les pôles de la pile auxiliaire, ou, en d'autres termes, il ferme le circuit de l'électro-aimant d'impression, et cependant celui-ci reste inactif, parce qu'il est construit pour obéir plus lentement à l'action de son courant ; mais lorsque le levier moteur s'arrête un instant sous l'action de son ressort, c'est-à-dire à sa limite de retour, afin de répéter le signe que la première station lui fait parvenir, alors l'électro-aimant d'impression reçoit du courant qui le traverse une force assez prolongée pour que sa lourde armature obéisse à l'attraction qu'elle éprouve.

« Dans ce mouvement, elle produit les effets suivants :

« 1° Par un levier un peu long, qui fait corps avec

elle, elle donne le coup de marteau à la lettre en relief qui l'attendait;

« 2° Par un second levier qui agit un peu plus tardivement sur une roue à rochet, elle fait tourner d'un cran le rouleau imprimeur et la bande de papier qui l'entoure; les précautions sont prises pour que le rouleau se déplace aussi dans le sens longitudinal, et puisse imprimer ainsi par les divers points de sa surface;

« 3° Par un troisième levier, elle vient rompre enfin le circuit de la pile auxiliaire, et anéantir ainsi la puissance qui l'avait attirée; à l'instant, cette lourde armature, ayant pour cette fois terminé son rôle, reprend elle-même sa place, obéissant à l'action du ressort qui la sollicite, et qui devient alors prédominante;

« 4° Par un quatrième levier qui ne fonctionne qu'à la fin de chaque mot, l'armature de l'électro-aimant d'impression fait résonner un timbre, et le stationnaire peut apprécier par là si les appareils conservent leur accord; ce dernier effet résulte d'une disposition ingénieuse : chaque mot se termine par une touche blanche, et celui des trente rayons qui correspond à cette touche ne porte aucun relief; alors le marteau qui frappe comme s'il devait imprimer, n'éprouvant pas la résistance due à l'épaisseur du relief, fait une course un peu plus longue, et permet à l'armature dont il fait partie de faire elle-même un peu plus de chemin. C'est par cet excès d'amplitude dans le mouvement que le quatrième levier peut arriver jusqu'au timbre à la fin de chaque mot, et n'y arrive pas quand c'est une lettre qui s'imprime.

« Enfin, M. Siemens joint encore aux appareils précédents un appareil nouveau qu'il appelle *transmetteur*, et qui est exclusivement destiné à transmettre les dépêches entre deux stations très-éloignées l'une de l'autre. Ce troisième appareil repose encore sur le même prin-

cipe; mais, de plus, il présente une application intéressante de la théorie des courants dérivés. Le courant qui circule entre les stations, le courant télégraphique proprement dit, peut être très-faible, parce qu'on ne lui demande presque aucun service; sa seule fonction est d'ouvrir et de fermer le circuit en temps opportun. Alors, les courants des piles de chaque station, passant presque exclusivement dans les appareils à signaux, ont toujours assez de puissance pour les faire marcher; puis, quand leur rôle est fini, le faible courant télégraphique agit à son tour pour préparer l'appareil à exécuter le signe suivant.

« La commission a examiné, avec un très-vif intérêt, les divers appareils de M. Siemens; elle y a trouvé partout une parfaite intelligence de la théorie, et, en habile observateur, M. Siemens a su tenir compte de tous les phénomènes si complexes qui se manifestent dans les conducteurs et dans les électro-aimants, surtout quand les actions doivent être d'une très-courte durée.

« Son système, médiocrement exécuté, donnerait sans doute des résultats très-médiocres; mais bien exécuté, comme il l'est par M. Halske, il nous paraît avoir une incontestable supériorité sur les appareils du même genre, c'est-à-dire sur les appareils alphabétiques ordinaires, en ce que ceux-ci ne fonctionnent pas avec le même degré de sûreté et de précision.

« Quant à la vitesse, nous sommes portés à croire que l'appareil de M. Siemens ne le cède non plus à aucun appareil alphabétique; nous regardons même comme probable que les perfectionnements ingénieux que M. Siemens a apportés dans la construction des électro-aimants, sont propres à lui assurer de l'avantage, surtout lorsqu'on a soin de ne mettre en rapport que des appareils ayant à peu près la même sensibilité relative et de ne jamais associer deux électro-aimants

dont l'un serait vif et l'autre paresseux. En conséquence, nous proposons à l'Académie de décider que le mémoire de M. Siemens et la description de ses appareils seront publiés dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce rapport sont adoptées.

TÉLÉGRAPHE DE M. DUJARDIN.

Ce système a été mis en expérience en présence de la commission des télégraphes électriques nommée par l'assemblée législative. On a réuni, à Paris et à Lille, deux des fils de la ligne télégraphique, de manière à obtenir un circuit fermé de 140 lieues de longueur. L'auteur a introduit, dans ce circuit, deux de ses appareils, une machine magnéto-électrique, à un seul aimant en fer à cheval composé de sept lames et portant environ 15 kilog., et un télégraphe imprimant les dépêches en groupes de points d'encre représentant les lettres de l'alphabet. Les courants électriques, partis de Paris, étaient obligés d'y revenir après avoir passé par Lille pour faire fonctionner le télégraphe. L'expérience a réussi complètement : l'auteur a transmis et imprimé sous les yeux de la commission, quatre-vingt-deux lettres par minute.

En faisant cette communication à l'Académie des sciences, l'auteur a voulu prouver qu'on peut correspondre à de grandes distances au moyen d'un aimant, sans le secours de la pile et avec un seul fil. (*Académie des sciences*, 11 février 1850).

TÉLÉGRAPHE DE M. BAIN.

Extrait des procès-verbaux des séances du conseil d'administration de la Société d'encouragement.

Séance du 8 mai 1850.

M. le président annonce que M. *Bain* a disposé dans la salle son ingénieux système de télégraphie électrique, dont M. *Seguier* avait, dans une précédente séance, donné une description qui a vivement intéressé les membres de la Société.

M. le président invite M. l'abbé *Moigno* à vouloir bien donner l'explication de cet appareil pendant qu'il fonctionnera.

M. *Moigno* s'empresse de déférer à cette invitation.

Voici en quoi consiste l'ingénieux mécanisme de cet appareil, auquel l'auteur a donné le nom de *télégraphe électro-chimique*, pour le distinguer du télégraphe électro-magnétique généralement en usage, attendu qu'il est dépourvu d'un aimant.

On écrit sur une bande de papier étroite continue la dépêche qu'il s'agit de transmettre, en découpant, à l'aide d'un emporte-pièce, les lettres d'un alphabet très-simple composé de points et de lignes horizontales. Cette bande s'enroule sur un cylindre de bois, et se déroule ensuite à l'aide d'une manivelle, pour passer sur un second cylindre métallique contre lequel s'appuient quatre petits ressorts qui communiquent avec le fil conducteur de la ligne télégraphique ; le cylindre métallique est lié au pôle d'une pile très-simple et d'un petit volume.

La bande de papier continue présente tour à tour des parties pleines et vides ; ces dernières représentent les lettres de l'alphabet, tandis que les pleines sont du papier c'est-à-dire, une substance isolante. Tant que les

petits ressorts appuient sur les pleins, le circuit n'est pas formé et le courant ne passe pas; mais, aussitôt que les ressorts rencontrent un vide, ils sont en contact avec le cylindre : dès lors la communication est établie, le courant circule et parvient instantanément à la station d'arrivée. Là un petit stylet est attaché au fil conducteur de la ligne; au-dessous de ce stylet tourne un plateau métallique que l'on recouvre d'un disque de papier chimique préparé, en le trempant d'abord dans une solution d'acide sulfurique, puis dans une solution de prussiate de potasse. Le plateau et le disque humide dont il est couvert communiquent avec un des pôles de la pile à la station d'arrivée; le courant se complète ensuite par la terre.

La dépêche est transmise de la manière suivante : au signal donné on appuie le stylet sur le papier chimique; à chaque vide de la bande de papier que l'on déroule à l'aide de la manivelle, le courant passe, et sous son influence la pointe du stylet, par l'action chimique qu'elle exerce, trace un point ou une petite ligne de couleur bleu foncé, qui est la représentation fidèle de la lettre qu'il fallait reproduire à distance.

La bande sur laquelle on avait écrit une page entière se déroulait avec une extrême rapidité; le plateau, entraîné par un mouvement d'horlogerie, tournait aussi avec une grande vitesse. Après 45 secondes, les 1,200 lettres composant cette page apparaissaient très-nettement dessinées sur les disques de papier chimique, et se trouvaient ainsi fidèlement reproduites; elles l'auraient été à 200 ou 300 lieues de distance sans plus de difficulté. Le mouvement imprimé au plateau est un mouvement en spirale, afin que les lignes de traits successives ne se superposent pas et restent entièrement distinctes.

Voici les avantages que l'auteur attribue à son sys-

tème de télégraphie électro-chimique : 1° plus d'économie et de simplicité dans la construction primitive; 2° plus de rapidité dans la transmission des dépêches : un seul fil, avec un isolement assez bon, peut transmettre 1,200 lettres par minute ou 20 lettres par seconde, c'est dix fois plus qu'on pourrait en communiquer avec régularité et exactitude par les appareils actuellement en usage; 3° un courant électrique plus faible que d'ordinaire suffit pour faire fonctionner l'appareil, et par conséquent est exposé à moins de chances d'interruption par l'imperfection de l'isolement qui résultent quelquefois des vicissitudes du temps et d'autres circonstances; 4° plus de simplicité et d'économie dans l'entretien et la surveillance; 5° moins de chances d'erreurs dans les dépêches transmises.

Le télégraphe de *Bain* fonctionne en Angleterre, de Londres à Manchester et de Manchester à Liverpool, sur une étendue de 300 kilomètres, et en Amérique sur une ligne de 2,000 kilomètres.

M. le président prie M. *Bain* de recevoir les félicitations de la Société pour son système de télégraphie électrique, et il adresse à M. l'abbé *Moigno* les remerciments de la Société pour l'obligeance avec laquelle il a donné des explications claires et précises sur le mécanisme et le jeu de ce système.

TÉLÉGRAPHE D'ALEXANDER.

Le modèle montré par M. *Alexander* à la Société des Arts d'Édimbourg, consistait en une caisse de bois d'environ 8 pieds de long, 5 de large, 3 de profondeur à une extrémité, et 1 à l'autre. Trente fils de cuivre séparés l'un de l'autre s'étendaient dans toute la longueur de la caisse. A la station de départ, ces fils com-

muniquaient à un ensemble de 30 touches formant comme un clavier de piano; ils aboutissaient à la station de départ à trente petites ouvertures espacées également par bandes sur un écran de 28 centimètres carrés. Sous ces ouvertures, à l'extérieur, étaient peintes en noir, sur un fond blanc, les vingt-six lettres de l'alphabet, deux points, un point et virgule, un point et un astérisque, les mêmes caractères, en un mot, déjà peints sur les touches.

L'appareil moteur se composait d'une pile ordinaire, puis de trente aimants, placés comme dans un galvanomètre entre les sinuosités des fils conducteurs à la station d'arrivée. Chaque lettre avait ainsi son aimant portant sur son pôle nord un petit écran ou carré de papier mobile qui, dans l'état de repos, cache la lettre.

Si l'on appuyait sur l'une des touches quelconque, le courant était établi, l'aimant correspondant de la station d'arrivée se plaçait à angle droit entraînant avec lui l'écran et laissant voir la lettre.

TÉLÉGRAPHE DE M. STEINHEIL.

M. *Steinheil* a fait précéder la description de son télégraphe *graphique et phonétique* de quelques remarques importantes sur le choix des fils conducteurs et de l'appareil qui doit donner naissance au courant. Les seuls métaux entre lesquels on pourrait balancer sont le fer ou le cuivre. Le cuivre conduit six fois mieux que le fer, mais aussi il coûte six fois plus cher, de sorte qu'en employant un fil de fer qui, à longueur égale, pèse six fois autant que le fil de cuivre, on obtiendrait le même effet de conductibilité et au même prix. Du reste, des raisons très-graves ont fait donner partout la préférence au fer sur le cuivre. M. *Steinheil* a fait aussi de nom-

breuses expériences sur la diminution de conductibilité, ou mieux sur la déperdition de fluide qu'amène l'humidité et l'état électrique de l'atmosphère.

M. *Steinheil* préfère aux piles les appareils électro-magnétiques; les courants nés de la pile sont, dit-il, peu aptes à s'élancer à de grandes distances; parce qu'en supposant même les piles formées d'un grand nombre d'éléments, la résistance qu'elles opposent au courant est toujours très-petite par rapport à celle du circuit. Pour mieux comprendre cette distinction, il ne sera pas inutile de revenir sur les principes de la télégraphie électrique, qui, aujourd'hui même encore, ne semblent pas avoir été soupçonnés par les maîtres de la science en France.

La difficulté à vaincre, c'était surtout de rendre les électro-aimants actifs à une très-grande distance, c'est-à-dire à travers un immense circuit. On voyait, en effet, que les électro-aimants les plus puissants ne donnaient aucun signe de magnétisme, sous l'influence des piles les plus énergiques, quand ils étaient unis aux deux pôles de la pile par un fil conducteur dont la longueur dépassait certaines limites. Cette impossibilité apparente découragea d'abord M. *Wheatstone;* il ne crut pas qu'il pût parvenir à établir directement des communications télégraphiques, à exercer des influences magnétiques à de très-grandes distances par l'action directe des piles ou des machines électro-magnétiques, et, pour atteindre un but qu'il poursuivait avec tant d'efforts, il se vit dans la nécessité de recourir à des moyens indirects. Il imagina alors une disposition dans laquelle une aiguille magnétique, dans ses déviations déterminées à toute distance par l'influence directe, entraînait avec elle deux fils, mettait ainsi en communication les deux pôles d'une pile située dans la station très-éloignée, et rendait instantanément actifs les électro-aimants qu'on

avait désespéré d'aimanter; c'est le moyen employé plus tard par MM. *Morse* et *Bréguet*. Quelques années après, cependant, M. *Wheatstone* parvint à faire mouvoir ses appareils à la distance d'un très-grand nombre de lieues par l'action directe de piles assez faibles.

Il n'obtint, au reste, cet éclatant succès que par une entente parfaite et l'application la plus heureuse des lois de *Ohm*.

L'action d'un électro-aimant dépend de trois éléments : elle est directement proportionelle à la force motrice en raison inverse de la résistance du courant, et directement proportionnelle au nombre des tours du fil conducteur sur le fer doux. Il résulte de là que si le nombre des tours augmente, la force de l'électro-aimant augmentera d'une part et diminuera de l'autre par le surcroît de résistance que les tours ajoutés apportent au circuit. Si la résistance primitive des autres parties du circuit est petite, la résistance nouvelle aura une influence sensible, et il pourra arriver que la force de l'électro-aimant soit réellement diminuée; si, au contraire, la résistance primitive du fil conducteur est très-grande, comme c'est évidemment le cas d'un circuit s'étendant sur une distance d'un grand nombre de lieues, la nouvelle résistance, qui ne fera qu'une très-faible partie de la résistance totale, pourra être considérée comme ne produisant aucun effet; il ne restera que l'excès d'action dû à l'augmentation du nombre de tours; et l'électro-aimant, de fait, aura plus d'énergie.

Ainsi s'explique cette contradiction apparente d'une même cause produisant des effets opposés dans un petit et dans un long circuit. En conformité avec ces règles invariables, les électro-aimants de M. *Wheatstone* sont très-petits; ils sont entourés d'un fil isolé très-fin, ayant une assez grande longueur, et de plus la longueur et la minceur du fil ont, avec la distance à parcourir, le rap-

port mathématique nécessaire à la production de l'effet voulu.

Quoique le fil fin crée une résistance plus grande, on l'emploie néanmoins, parce que cette résistance qui reste, dans tous les cas, une fraction assez faible de la résistance totale, est largement compensée par l'énorme accroissement du nombre des tours dans un petit espace.

Ce que nous venons de dire ne s'applique pas seulement aux électro-aimants de la station d'arrivée, mais encore, et pour les mêmes raisons, aux électro-aimants de l'appareil excitateur destiné à produire le courant qui doit traverser tout le circuit.

L'étude profonde de ces faits fondamentaux a mis M. *Wheatstone* en état de produire des effets mécaniques et de montrer des signaux à toute distance, non-seulement avec des électro-aimants, mais encore directement au moyen d'une pile. C'est ainsi qu'il a, pour la première fois, fait sonner des timbres et des cloches dans des stations séparées par un immense intervalle.

M. *Steinheil*, lui, n'a employé que des appareils électro-magnétiques, parce qu'il les croit plus sûrs. Ce ne sont, en réalité, que des modifications appropriées de l'appareil de *Clarke*.

APERÇU GÉNÉRAL DE LA TÉLÉGRAPHIE,

Par M.-D. MAGNIER.

La *télégraphie*, dans l'acception générale du mot, serait les moyens quelconques pour se faire comprendre, c'est-à-dire pour communiquer sa pensée, échanger ses idées et ses sensations; à ce point de vue, la parole et ses accessoires sont la télégraphie la plus parfaite.

Mais on ne peut se parler qu'à petites distances, et l'écriture qui peint la parole pour des distances éloignées, qui fixe et conserve les mots, est certainement la plus belle conquête de l'esprit humain, non-seulement parce qu'elle remplace la parole fugitive, mais parce qu'elle a des applications indépendantes qui, dans l'état actuel de nos besoins et de nos habitudes, en font la base première de la société.

Cependant, ces admirables ressources, déjà si parfaites, données à l'homme, ne lui suffisent pas complètement : il lui faut maintenant des moyens de communication instantanés et universels. C'est le problême résolu par l'application aux signaux de l'électricité qui se joue du temps et des distances !

Je viens de mentionner les points extrêmes : la parole, l'écriture et le télégraphe électrique. Je vais, à présent, m'occuper de la télégraphie, dans la signification usuelle du mot.

En établissant un télégraphe, on se propose d'avoir un messager que n'arrête aucun obstacle, qui franchit toutes les distances avec la plus grande vitesse possible. Pour atteindre ce but, on a eu recours à divers moyens,

et, sans rechercher ce qui se perd dans la nuit des temps, je mentionnerai que, d'après Polybe, la télégraphie était connue il y a deux mille ans; qu'elle semble avoir été perdue et retrouvée, d'abord, en 1557, par le fils de l'évêque de Bath, puis, en 1641, par l'évêque de Chester, ensuite, en France, par Dupuis, auteur de l'*Origine des Cultes,* en 1782; mais il est probable qu'il y a eu de tout temps des télégraphes en rapport avec l'état de civilisation : ainsi, on se fait bien une idée de signaux quelconques dans le temps des peuplades, soit pour exprimer la bonne intelligence entre voisins, soit pour transmettre des ordres et des avertissements en cas de guerre. Il paraît que l'on a des traces de l'enfance de cet art où il ne s'agissait que de montrer des objets pour dire, par exemple : « L'ennemi approche. » — « Préparez-vous au combat. » — « Portez-vous à droite ou à gauche. » — « Rendez-vous à discrétion. » — « Massacre général, etc. » Le moyen qui semble avoir été le plus communément employé est celui du feu : on cite que, en différentes occasions, les Chinois allumèrent sur leur grande muraille des feux brillants que n'éteignaient ni le vent ni la pluie ; — il est parlé de signaux de feu dans plusieurs passages de l'Illiade ; — dans *Agamemnon,* tragédie d'Eschyle, ce sont des signaux de ce genre qui annoncent la prise de Troie à Clytemnestre ; — enfin, les *signaux par le feu* sont mentionnés dans les écrits de Tite-Live, de Polybe, que j'ai déjà cité, et de Plutarque. Il y a eu, dis-je, de tout temps, des correspondances par signaux, et ce qui le prouve, c'est que, suivant les historiens de Tamerlan, il se servit de divers signaux pour diriger la marche de ses armées ; — que les correspondances par signaux étaient en usage parmi les Carthaginois durant leurs guerres en Sicile ; — qu'Aristote parle des *observateurs de signaux* établis de son temps ; — que les

correspondances par signaux sont mentionnées dans Pausanias et dans Thucydide; — qu'il est certain que les anciens Gaulois s'en servaient; — que César cite un avis donné à Orléans et transmis, en 12 heures de temps, de Gergovia des Arvernes à la position qu'il occupait, distante d'environ 60 lieues; — et qu'enfin un *télégraphe romain* est figuré sur la célèbre colonne Trajanne. Nous n'avons pas de renseignements sur ces télégraphes, pas plus que sur le moyen de correspondance imaginé par le bénédictin dom Gauthey, dont Condorcet, le 15 juin 1782, entretint l'Académie des Sciences, en disant qu'il lui paraissait pratiquable, ingénieux, et pouvoir s'étendre *jusqu'à la distance de trente lieues*, sans station intermédiaire et sans appareil trop considérable; Condorcet disait que, quant à la célérité, il n'y aurait eu que quelques secondes d'une ligne à l'autre, mais que le temps nécessaire pour faire entendre le premier signe aurait été plus long. Le mémoire manuscrit de dom Gauthey, qui est mort depuis fort longtemps, a été remis au secrétariat de l'Académie, mais cependant cette invention singulière n'a pas encore été publiée. — Mentionnons encore que l'abbé Trithème a prétendu connaître un moyen de communiquer la pensée en peu de temps à cent lieues de distance, le correspondant « fut-il même dans un lieu inconnu à celui qui faisait usage du procédé »; — et que le philosophe Plotin avait déjà parlé des découvertes merveilleuses opérées à l'aide d'*émanations que la lumière et le mouvement introduisent dans certains corps.*

Quant à l'*invention des signaux sur mer*, attribuée au duc d'Yorck, mais à tort, elle reçut, en 1673, de grands perfectionnements du maréchal de Tourville.

Ces signaux étaient en usage dès le temps de la reine Élizabeth, et, depuis bien longtemps encore, la marine espagnole s'en servait : ainsi, en 1340, une ordonnance

royale, publiée par Fadrigue, grand amiral de Castille, indiqua la forme et le but d'un grand nombre de signaux à employer à bord d'une flotte de vingt galères et de quarante autres navires qui venait d'être équipée contre le royaume d'Aragon .. — Maintenant, occuponsnous de la véritable télégraphie, telle qu'elle a pris naissance en France et telle qu'elle est employée de nos jours.

La gloire de la fondation de cet art appartient à Claude Chappe, qui faisait ses études au séminaire d'Angers, tandis que ses deux frères étaient dans un pensionnat à une demi-lieue de la ville. Il paraît que cette séparation lui était très-pénible et qu'en cherchant, pour l'adoucir, un moyen de correspondre avec ses frères, il imagina de placer des espèces d'ailes aux deux bouts d'une règle et de se servir de cet appareil pour former, à volonté, des signaux ou figures au nombre de 192, qui se voyaient distinctement avec une lunette d'approche. Il convint avec ses frères que ces figures représenteraient des lettres et des mots, et ce fut là, on peut le dire, le germe de la télégraphie.

En 1793, les frères Chappe, après avoir composé une langue télégraphique appropriée à leur instrument, présentèrent à la Convention leur système qui, heureusement, fut inauguré par l'annonce d'une victoire, et secondé par des événements sans lesquels, comme le dit *Claude Chappe* lui-même, il serait peut-être resté à l'état de projet dans les cartons du ministère. Voici la première dépêche qui fut envoyée : « La reprise de Condé sur les Autrichiens. » A quoi la Convention répondit : « L'armée du Nord a bien mérité de la patrie! » Ces deux expéditions furent échangées séance tenante et contribuèrent beaucoup à l'adoption définitive de cette invention.

En Angleterre, on exécuta, en 1796, des appareils semblables à ceux de la France.

Le **TÉLÉGRAPHE DE CHAPPE** se compose, comme chacun sait, d'une grande pièce nommée *régulateur,* et de deux petites appelées *indicateurs.*

Le régulateur est traversé par un axe qui le rend mobile et qui traverse aussi une espèce d'échelle, placée verticalement. Il prend quatre positions : verticale, horizontale, oblique à droite et oblique à gauche.

Les indicateurs sont portés sur chacun un axe et sont mobiles aux deux extrémités du régulateur. Ils peuvent former des angles droits, aigus ou obtus par rapport au régulateur. On peut leur donner de 45 en 45 degrés, sept positions. Il y en avait une huitième, mais qui a été supprimée parce qu'elle ne se distinguait pas assez.

Je ne reproduirai pas la description de cet appareil, qui ne nous serait ici d'aucune utilité et que d'ailleurs on peut se procurer facilement; mais, je vais examiner, à un point de vue d'utilité pour les télégraphes électriques, et la télégraphie en général, la question des signaux et des vocabulaires télégraphiques.

« Il suffit, dit l'abbé Moigno dans un remarquable mémoire sur la télégraphie électrique, de voir fonctionner cette machine étroite et longue (le télégraphe Chappe) pour comprendre qu'elle est peu visible à une certaine distance, et que par un temps de pluie et de brouillard, ou d'autres effets atmosphériques, la juste position de ses signaux doit être très-difficile à saisir. Quand on considère, d'autre part, la quantité de mouvements que les expéditions exigent, on conçoit l'embarras, l'incertitude, la lenteur que ces expéditions entraînent. Pour donner un *demi-signal*, par exemple, il ne faut pas faire jouer moins que *toutes les pièces* de l'instrument. Qu'on apprécie le reste ! En outre, la plu-

part des signaux demeurent quelquefois dix minutes ou un quart d'heure en place avant d'être aperçus et transmis; d'où il suit que les employés, qui sont peu certains de la figure ou fatigués de l'attendre, laissent souvent passer le signal au hasard, et commettent beaucoup d'erreurs.

Les moyens du télégraphe Chappe sont si limités qu'il faut employer au moins quatre signaux pour transmettre soit une lettre de l'alphabet, soit un point, une virgule, soit une simple séparation de mots, etc. Pour produire un signal complet, il faut faire une manœuvre en six temps bien séparés qui prendront au moins vingt-cinq à trente secondes quand l'état de l'atmosphère est favorable. Voici en quoi consiste cette opération : 1° observer la figure que forme d'abord à l'oblique le télégraphe précédent; 2° répéter cette même figure; 3° observer ensuite si ce signal est porté dans la direction horizontale ou verticale, ce qui veut dire que le signal est bon; 4° le porter de même; 5° écrire ce signal; 6° vérifier si le télégraphe suivant a reproduit exactement toutes ces figures. »

Pour reconnaître la vérité de ce qui vient d'être dit, sans parler des complications de changements de séries, de clefs, de vocabulaire, etc., il faut ne pas oublier que les sept positions relatives du régulateur et des indicateurs ne donnent que sept signaux, qui, multipliés par sept, font quarante-neuf, lesquels, multipliés également par les quatre positions du régulateur, ne dépassent pas un total de cent quatre-vingt-seize signaux, et que sur ce nombre on en a encore pris plus de la moitié, formés à l'oblique de gauche, pour la police des lignes, pour indiquer les accidents, le repos, l'activité, les brouillards, etc.; de manière qu'il ne reste que quatre-vingt-dix-huit signaux primitifs formés à l'oblique de droite pour la correspondance générale. Il faut aussi savoir

que MM. Chappe ont trois vocabulaires qui sont ensemble alphabétiques, syllabiques, phrasiques et lexiques. Ces vocabulaires, pour marcher d'accord avec le télégraphe, qui donne quatre-vingt-douze signaux pour la correspondance générale, ont chacun quatre-vingt-douze pages numérotées, depuis un jusqu'à quatre-vingt-douze. A chacune de ces pages, il y a une série de numéros, depuis 1 jusqu'à 92, et à chaque numéro, dans le vocabulaire des mots, des phrases ou des lettres, on a placé en regard, soit une lettre, soit une syllabe, soit un mot ou une phrase.

« Maintenant, ajoute M. Moigno, pour trouver l'explication des signaux dans les vocabulaires, il faut que le télégraphe donne le signal qui indique d'abord le numéro de la page, et qu'il donne ensuite un autre signal pour indiquer l'un des numéros renfermés dans cette même page. » De manière que, pour le vocabulaire alphabétique, comme il faut, pour produire un signal complet, le porter premièrement à l'oblique, s'arrêter et le placer secondement à la verticale, ce sera deux signaux pour le numéro *de* la page, et deux autres signaux pour le numéro renfermé *dans* la page, en tout *quatre* signaux pour une lettre.

« Le second vocabulaire de MM. Chappe ne renferme que des mots. Ainsi : quatre-vingt-douze pages, à quatre-vingt-douze mots chacune, font ensemble huit mille quatre cent soixante-quatre mots. Que peut-on obtenir, dans une correspondance générale et imprévue, avec une si faible ressource? Quand on sait que la langue française produit plus de quinze cent mille mots différemment orthographiés, sans compter les noms propres, de personnes, de sciences, d'arts, de métiers, etc.; quand on voit que les verbes seuls fournissent plus de neuf cent soixante mille mots aux conjugaisons, on peut juger si les huit mille quatre cent

soixante-quatre mots du vocabulaire lexique de MM. Chappe sont suffisants! Tout au contraire, comme ils ne sauraient être à la fois réguliers et irréguliers, masculins et féminins, singuliers et pluriels, ils ne s'emploient que très-rarement.

Le troisième vocabulaire de MM. Chappe est phrasique. Dans celui-ci, quatre-vingt-douze pages renferment chacune quatre-vingt-douze phrases. C'est le vocabulaire qui rend le moins de services, par la raison que les formules déterminées ne conviennent presque jamais pour une correspondance générale et imprévue.

Pour employer quelquefois ce vocabulaire, on l'a appliqué spécialement aux besoins de la guerre et de la marine; mais il n'est pas plus juste dans cette application que dans les autres; et il est resté à peu près étranger aux questions de sciences, d'arts, d'industrie, de commerce, de politique, de justice, etc.

En résumé, voici comment se fait l'envoi d'une dépêche télégraphique, de quatre-vingts à cent mots, d'après le système de France.

Les trois quarts des mots au moins sont traduits en signaux d'après le vocabulaire des lettres et des syllabes: un huitième tout au plus, d'après le vocabulaire des mots; et l'autre huitième d'après le vocabulaire des phrases et des demi-phrases. Le traducteur, on le voit, est obligé de passer continuellement d'un vocabulaire à un autre pour composer son travail; quelle que soit son habileté, il est rare qu'il ne commette pas d'erreur et qu'il n'emploie pas beaucoup de temps à une opération aussi longue et aussi difficile.

Une dépêche de cette étendue exige au moins huit à neuf cents signaux doubles. Supposons trente secondes par signal, dans les temps favorables, cela fait vingt-sept mille secondes ou sept heures et demie, pendant lesquelles doit régner une attention extrême sur toute

la ligne des télégraphes. S'il se glisse une erreur, soit à la traduction, soit à l'expédition, et qu'il survienne un brouillard, on est obligé, non-seulement de recommencer la dépêche, mais presque toujours de la remettre au lendemain ou plus tard. De là les annonces fréquentes : « Interrompue par le brouillard, par la nuit, etc. »

Voici du reste une appréciation empruntée à M. Chappe lui-même.

« Mon travail, » dit-il, « facilitera les progrès de l'art « télégraphique, fournira des matériaux, et sera un « point de départ pour ceux qui voudraient faire des « recherches en ce genre. — La télégraphie sera pro- « bablement plus étudiée dans l'avenir qu'elle ne l'est « aujourd'hui, et nous continuerons, par nos rensei- « gnements, à lui servir d'appui, lors même que nous « n'existerons plus.....

« Comment n'avons-nous pas deviné que des lignes « télégraphiques établies depuis les principaux points « des côtes et de la frontière jusqu'à la capitale, pour- « raient faire du royaume de France le régulateur du « commerce de l'Europe, et de Paris le régulateur du « commerce de la France? Remarquez que cette supré- « matie ne peut être enlevée à la France... Sa position « en Europe, l'étendue de ses côtes sur les trois mers, « la facilité qu'elle a de réunir par le télégraphe l'O- « céan à la Méditerranée et à la mer du Nord, la met- « tent pour des opérations de ce genre, dans une situa- « tion unique, qui ne peut être égalée par aucun pays. « Et lors même que toutes les puissances qui nous en- « vironnent se réuniraient pour correspondre télégraphi- « quement, elles ne trouveraient pas un point sur toute « l'étendue de leur domination qui pût être, comme la « France, le centre d'une communication générale. »

Revenons-en à la langue télégraphique. Nous savons qu'il y a le mode *phrasique*, le mode *syllabique* et *alphabétique*.

On a commencé par composer de petits vocabulaires de phrases, et l'on faisait coïncider ces phrases *toutes faites* avec les mouvements des télégraphes. Il a pu sembler que ce système, étendu et perfectionné, était capable de transmettre toutes les dépêches. Mais c'est une erreur qui tombe devant le raisonnement et l'expérience. Des formules déterminées à l'avance ne pourront jamais rendre la pensée de l'homme, dans une correspondance d'événements imprévus, et ce qui le prouve c'est Charrière, qui avait le meilleur et le plus étendu des systèmes phrasiques connus, et dont le télégraphe donnait cinquante-cinq mille signaux, pendant que son vocabulaire présentait en regard le même nombre de phrases, Charrière n'a jamais rendu *exactement* une seule des dépêches qui lui furent données, soit par l'empereur Alexandre, soit par d'autres personnes. Le mode phrasique ne peut s'utiliser que dans des limites très-restreintes de cas prévus, comme pour le service des routes, les signaux de ports de mer, etc.

Il faudrait donc avoir recours au mode *alphabétique :* avoir des lettres pour former des mots qui, à leur tour, formeraient des phrases; mais, au point de vue *d'une transmission lente et de moyens défectueux*, ce mode, si simple et si facile en apparence, rencontre dans l'exécution des obstacles si grands et si nombreux qu'il ne peut non plus remplir le but. Il n'est pas dénué d'intérêt de mentionner ici les principales difficultés que l'on reproche à la télégraphie alphabétique qu'avant l'application de l'électricité on avait vainement essayé de mettre en pratique en Egypte, en Espagne, en Turquie et en Allemagne, où, du reste, il n'en existe plus un seul.

« 1° Pour former des mots, il faut grouper des lettres. Quand on lit ou qu'on écrit, on a sous les yeux ou dans l'esprit le tableau des mots : si les lettres qui composent les mots se présentaient séparément, c'est-à-dire à distance les unes des autres, on ne pourrait lire ou écrire que d'une manière très-lente et incertaine, et ceux qui seraient chargés d'écouter la lecture ou de prendre connaissance de l'écrit rempliraient une tâche pénible sujette à beaucoup d'erreurs. Eh bien, ce cas serait précisément celui des signaux donnant une lettre après l'autre. Combien grande, combien soutenue doit être l'attention de celui qui expédie la dépêche ! En outre, comme il y a très-souvent des mots de douze, quinze, et même de vingt lettres et plus, ce sont autant de signaux qu'il faut exécuter pour l'envoi de chacun de ces mots. Qu'on juge de l'inquiétude de celui qui, étant posté à l'extrémité de la ligne, reçoit avec lenteur, lettre par lettre, une dépêche un peu longue ! Et s'il arrive que l'expéditionnaire, le correspondant ou le traducteur se trompe de signal ou de lettre, qu'il oublie de séparer quelques mots, qu'il en altère le sens, comment sortir d'embarras, si ce n'est en recommençant la dépêche ? Et quand on a perdu ainsi un temps favorable, qu'on retrouve à peine quelquefois le lendemain, l'opportunité de la dépêche est-elle toujours la même ? Non assurément.

2° Après avoir produit des mots, il faut pouvoir facilement les séparer pour la clarté du sens. Surcroît de signaux. Pour comprendre combien cette opération met d'entraves aux dépêches, supposons une expédition de trois cents mots ; ce sont trois cent signaux de séparation qu'il faut exécuter de surplus pour éviter la confusion des mots. Somme totale : environ deux mille signaux. Or, il est de fait certain que, d'après le système alphabétique, un si grand nombre de mouvements

entraîne des erreurs fréquentes et graves. Nous pourrions citer pour exemple les imprimeurs, qui, tout en ayant devant eux de la copie et des caractères, ne réussissent jamais du premier coup une épreuve; et nous ferons observer qu'en fait de télégraphie les fautes sont parfois très-dangereuses, parce qu'un ***non-sens*** peut compromettre les intérêts de l'Etat.

3° Le mode alphabétique est si simple, si facile à déchiffrer, qu'il oblige à changer souvent de clefs. Indépendamment de la perte de temps que ces changements occasionnent, le nombre des signaux s'en accroît encore, et l'attention des expéditionnaires doit redoubler, puisque *les mêmes signaux changent de valeur* suivant les clefs. Le plus léger oubli, la moindre négligence fait tomber le traducteur dans un embarras qu'il est impossible de décrire.

On comprendra, d'après ces observations, que si la lenteur et les erreurs inhérentes au système alphabétique sont inévitables avec des employés attentifs, elles le seront, à plus forte raison, avec des employés distraits, négligents, malveillants, tels qu'on en rencontre dans toute espèce d'administration.

4o Le mauvais temps, les brouillards amènent des retards considérables dans les expéditions. Plus un télégraphe emploie de signaux ou de temps pour rendre les dépêches, plus il y a de chances d'interruption, à cause des variations de l'atmosphère. Jusqu'à présent, les télégraphes alphabétiques n'ont fourni que deux signaux au plus par minute. Donc, une dépêche de cent à cent vingt mots, exigeant environ de onze à douze cents signaux, n'arrive à sa destination (quelque rapprochée qu'elle soit) qu'après un espace de dix heures.

En faisant ces critiques du système alphabétique, M. *Gonon* est toujours resté au point de vue d'une



transmission lente; mais elles perdent beaucoup de leur valeur et sont, en partie, détruites devant le télégraphe électrique, qui peut, rapidement, à une distance quelconque, montrer beaucoup de lettres en une minute, et de plus écrire ou exprimer à distance ces lettres dans l'ordre et les relations de distance qu'elles ont entre elles dans les dépêches qu'il faut transmettre. En Angleterre, des discours entiers, presque des volumes, ont été ainsi transmis en peu de temps. Malheureusement M. Gonon est auteur d'un mode de transmission aérienne auquel il applique, mais sans vouloir séparer l'un de l'autre, une langue, un lexique universel, à ce qu'il paraît, merveilleux, et il est enclin à repousser, quand même, tout ce qui n'est pas son système complet. « Les esprits investigateurs, dit « M. Gonon, se demanderont sans doute ici en quoi « consiste ma méthode. Et moi prudemment je m'abs« tiendrai de leur en donner la clef. Mais je leur dirai « du moins, que le fond de nos opérations consiste en « 40,960 figures, au moyen desquelles je rends *mot à « mot* toutes les dépêches imaginables avec les cita« tions des langues étrangères, les chiffres, les noms « propres Allemands, Russes, Polonais, Turcs, Ara« bes, etc. Si l'on objecte que cette quantité de figures « ou signaux étant inférieure de beaucoup à celle des « mots français, la traduction littérale est difficile à « concevoir, je répondrai que le mérite essentiel de « mon vocabulaire consiste à fournir des signaux qui « expriment chacun (une grande partie du moins, « sinon tous), deux, trois, quatre, huit, dix et jusqu'à « deux ou trois cents mots, — et que cette brachygra« phie précieuse me permet de rendre les dépêches « vingt ou trente fois plus vite que le télégraphe de « l'administration. » Il est fâcheux que M. Gonon ne veuille ou ne puisse pas séparer son lexique télégra-

phique de son instrument imparfait, ni en faire l'application par l'électricité, perfectionnement immense dans les moyens de transmission de signaux, mais duquel il ne veut pas entendre parler, et dont il s'attache au contraire à contester la valeur.

Quant au mode *syllabique*, son seul avantage sur le mode alphabétique consisterait en une quantité un peu moins considérable de mouvements. Mais la machine devant être plus complexe, elle donnerait encore un plus grand nombre de signaux pour un plus faible résultat; et tous ceux qui ont fait usage de ce mode (en dehors des moyens électriques), l'ont abandonné après avoir reconnu son insuffisance à transmettre exactement et rapidement une dépêche.

— En ajoutant aux télégraphes aériens, lumineux, acoustiques et hydrauliques dont il va être parlé, les télégraphes électriques, nous voyons que les moyens de communiquer au loin nos pensées ne nous manquent pas. Quant au meilleur de ces moyens, on pense que le plus rapide et le plus parfait, en grand du moins, est l'électricité. Mais il reste un doute, c'est de savoir si nous confions nos pensées à cet agent sous la forme la plus avantageuse?

Après tout ce qui a déjà été dit à cet égard dans ce volume, je n'ai plus à m'occuper que du principe, que de la théorie de la langue télégraphique. Nous avons vu, abstraction faite du temps, que le mode alphabétique était celui qui répondait le mieux à tous les besoins. Effectivement, il suffit de réfléchir un instant combien il est rare, même dans des milliers de volumes, de rencontrer les mêmes phrases, pour se faire une idée de la difficulté qu'il y a à rendre *parfaitement* le sens d'une pensée, son caractère particulier, avec des phrases *toutes faites*.

Le but, aujourd'hui, de la télégraphie doit être une parole perfectionnée, en ce sens qu'elle franchit les distances. Pour atteindre ce but, il ne faut pas suivre l'exemple des Chinois, dont les signes, au nombre de trente ou quarante mille, expriment des idées, et qui n'ont pas d'alphabet proprement dit; ni non plus l'exemple des Japonais, dont l'alphabet, composé de quarante-trois caractères, est syllabique. On doit aussi se souvenir que la multiplicité des signes ne fait qu'augmenter les difficultés, et qu'on peut obtenir une communication rapide avec un nombre très-restreint. « On peut, dit M. Moigno, atteindre le même but avec un seul signal, pourvu qu'il soit répété très-rapidement, et que ses reproductions soient groupées d'une manière convenable. Pour mieux faire comprendre notre pensée, analysons l'écriture usuelle, en choisissant les lettres latines majuscules. Elles se composent de six traits différents, à savoir d'une ligne droite dans quatre positions différentes : horizontale, verticale, inclinée de la droite vers la gauche, ou de la gauche vers la droite, et d'un demi-cercle ouvert à droite ou à gauche. De ces six traits, quatre au plus entrent au maximum dans la formation de chaque lettre, dans M et W, par exemple. Si maintenant on cherche combien de lettres différentes on pourrait former avec ces six traits combinés au plus quatre à quatre, on verra, par un calcul facile, qu'on obtiendrait à peu près mille cinq cent cinquante-quatre lettres différentes; or, avec vingt-cinq lettres seulement, le problème de la communication des idées est complètement résolu. Cet exemple montre clairement combien, en réalité, est inutile le grand nombre de traits employés à la formation des lettres dont se compose l'écriture ordinaire. Supposons maintenant que nous n'employons que deux traits, et voyons s'ils seront suffisants à produire une écriture parfaite. Ces traits peu-

vent être réduits à la plus extrême simplicité ; ce seront, si l'on veut, deux points qui se distingueront l'un de l'autre par cette convention que le premier, par exemple, sera toujours placé à une plus grande hauteur. Si dans chaque lettre on n'admet qu'un point, les deux points ne donneront que deux lettres ; si dans chaque lettre on admet un ou deux points, aux deux lettres obtenues s'en ajouteront quatre, et l'on aura en tout six lettres. Si trois était le maximum des points employés, on aurait huit nouvelles lettres, en tout quatorze. En portant enfin à quatre le maximum des points, on obtiendrait trente-deux lettres différentes, c'est-à-dire autant presque qu'il en faudrait pour représenter les lettres de l'alphabet et les chiffres. Remarquons même qu'on pourrait au second point substituer le premier reproduit deux fois de suite à une très-petite distance ; on voit donc qu'un seul trait, un seul point suffisent pleinement à la reproduction plus rapide de l'écriture, et que ce seul point, par conséquent, bien employé, remplacerait surabondamment les deux traits dont se compose l'alphabet latin. Or, ce qu'un point est par rapport à l'écriture, un son l'est par rapport à la parole, les répétitions et les combinaisons d'un seul son suffiraient donc aussi pour la formation d'une langue complète intelligible par l'oreille. »

On voit que les conditions fondamentales que devrait remplir un télégraphe, si l'on veut qu'il soit le plus simple possible, seraient de n'employer qu'un signe, mais produit le plus promptement possible. Pour que ce signe soit aussi parfait qu'il peut être, il devrait être perçu par l'oreille.

Les TÉLÉGRAPHES LUMINEUX, appelés à suppléer pendant la nuit aux services des télégraphes aériens dont je viens de parler, n'ont pas eu jusqu'à présent grand succès. Les frères Chappe ont fait à ce sujet de vains

efforts pendant quarante ans. M. Gonon annonce avoir résolu ce problème. « J'ai appliqué, dit-il, l'usage de « mon télégraphe de jour au service de nuit, de façon « que, sans aucun changement ni dérangement, il « puisse fonctionner à l'aide de l'éclairage, après un « instant de préparation. » — Je dois donner ici une idée de l'instrument de M. Gonon : Il est composé de deux colonnes, dont l'une a 33 pieds de hauteur et l'autre 28. A chacune de ces colonnes sont adaptées deux flèches mobiles. La distance de 9 pieds, qui existe entre ces quatre flèches, d'une colonne à l'autre, se trouve remplie par six croisées qui doivent simplement s'ouvrir et se fermer. Tous les signaux de ce télégraphe se font par le moyen des quatre flèches et des six croisées, qu'un seul homme fait mouvoir à l'aide d'un mécanisme parfaitement approprié. Ce mécanisme ou répétiteur est placé dans la maisonnette des employés aux signaux; il consiste en quatre cadrans à manivelle qui correspondent aux quatre flèches, et en six touches qui correspondent aux six croisées.... - - « Je n'ai, dit M. Gonon, qu'à ajouter des feux *fixes* dans mes croisées, « et des feux *mobiles* aux flèches pour indiquer les po- « sitions dans la nuit aussi nettement et même plus « visiblement que dans le jour.... »

— M. *Gauss* a proposé de transmettre les signaux par l'*héliographe.* Il a démontré que, dans le jour, un miroir de quelques pouces carrés peut projeter à une distance de plus de dix lieues une lumière égale à celle d'une étoile de première grandeur, s'il est disposé de manière à renvoyer vers l'œil de l'observateur une portion de l'image du soleil. Pendant la nuit, ou un temps couvert, on pourrait recourir à une puissante lumière, comme, par exemple, la lumière *Drummond*, qui se produit par un jet d'oxygène et d'hydrogène sur un morceau de chaux. Les signaux consisteraient dans une

série d'éclairs obtenus en faisant tourner le miroir ou en le cachant. M. *Gauss* a fait d'heureux essais de son système, qui paraît mériter d'être étudié et pouvoir facilement se mettre en pratique, sans qu'il soit besoin de lunettes, et qui offre l'avantage de ne permettre qu'aux observateurs placés aux stations de voir les signaux.

Comparaison de la télégraphie électrique et de la télégraphie aérienne.

Après avoir parlé de la télégraphie aérienne et lumineuse, je vais emprunter aux publications d'un des hommes de notre époque qui se sont le plus occupés de l'art télégraphique, au docteur Jules Guyot, les réflexions suivantes sur les destinations spéciales et sur les services divers qu'on peut attendre de la télégraphie aérienne et de la télégraphie électrique.

Je dois prévenir mes lecteurs que je laisse complètement au docteur Guyot la responsabilité des idées qu'il défend, on le reconnaîtra, avec un talent digne d'une meilleure cause, c'est-à-dire, au moins, d'une cause qui ne serait pas jugée d'avance. Je donnerai plus loin la contre-partie de l'opinion du docteur Guyot, sous le titre *Avenir de la télégraphie électrique*, et j'aurai ainsi mis sous les yeux de mes lecteurs les deux opinions extrêmes relativement aux télégraphes aériens et aux télégraphes électriques.

D'abord je dois dire que le docteur Guyot a publié en 1840 un traité complet sur la télégraphie aérienne de jour et de nuit; qu'il s'est livré à de nombreuses expériences faites aux télégraphes mêmes du gouvernement, sous les yeux d'une commission composée de nos savants les plus experts dans la matière : MM. Pouil-

let, Armand Séguier, Darcet, l'amiral Lerey, etc. Le but qu'il a poursuivi et qu'il paraît avoir atteint, à travers les difficultés administratives les plus extraordinaires, était l'établissement de la télégraphie de nuit, reproduisant les mêmes signaux avec les mêmes télégraphes que ceux établis depuis plus de cinquante ans pour le jour.

D'après M. Guyot, ce problème a été résolu complètement et de la façon la plus simple et la plus économique : quatre fanaux à double parabole, deux à verres incolores au régulateur, deux à verres légèrement colorés aux deux indicateurs, reproduisent tous les signaux de la télégraphie de Claude Chappe plus nettement la nuit que le jour.

Le combustible employé était ce que l'on nomme vulgairement l'*hydrogène liquide,* de l'invention de l'expérimentateur lui-même : ce combustible a la précieuse propriété de n'être altéré ni par le temps, ni par le froid, ni par la chaleur; il donne un foyer de lumière qui se maintient sans aucun soin avec le même éclat pendant les plus longues nuits; il monte par capillarité du fond d'un réservoir situé à 16 centimètres de la flamme, et permet ainsi de donner aux fanaux un équilibre stable qui se prête aux mouvements les plus rapides et les plus brusques des bras du télégraphe.

Sur le rapport de M. Pouillet à la chambre des députés, rapport dans lequel ce savant déclare que le problème de la télégraphie de nuit, si longtemps étudié sans succès, vient d'être enfin résolu par le docteur Guyot, les chambres ont voté 30,000 fr. pour établir dans ce système la télégraphie de nuit. Le 25 mars 1843, une ligne qui renferme 36 postes télégraphiques, sur un parcours de 80 lieues, fonctionnait sous les yeux de la commission spéciale. Après plusieurs séances, la commission a constaté que les signaux passaient aussi

vite et étaient aussi visibles la nuit que le jour; elle a déclaré la télégraphie de nuit pratique établie et a émis le vœu que la ligne de Paris à Dijon fût continuée jusqu'à Toulon.

Mais ces expériences gigantesques s'étaient accomplies sous le patronage énergique de la commission scientifique, contre le mauvais vouloir le plus opiniâtre et le plus grossier de l'administrateur en chef des télégraphes. Le vœu d'une commission puissante par ses lumières et par l'autorité de ses membres est venu tomber sous le dépit d'un administrateur incapable, et la télégraphie de nuit fut perdue : le rapport même de la commission a été soustrait, anéanti.

Ce même administrateur, qui, quelque temps auparavant, avait repoussé et dégoûté M. Wheatstone, qui lui proposait son télégraphe électrique, partit en Angleterre pour rechercher ce qu'il avait rejeté avec dédain et pour se venger par la télégraphie électrique des humiliations qu'il avait subies dans la télégraphie aérienne. Telle est la véritable cause du premier établissement de la télégraphie électrique en France : c'est ainsi que de mauvaises passions amènent quelquefois de bons résultats.

Mais le docteur J. Guyot avait précédé l'administrateur en Angleterre, et il recevait les détails les plus circonstanciés sur le télégraphe électrique que le savant professeur anglais faisait fonctionner sous ses yeux à *King's-College*. Il fut le premier qui ait donné une description exacte et complète en France du télégraphe électrique, tel qu'il existe à peu près encore aujourd'hui, dans le numéro du *Courrier Français* du 5 juillet 1841. L'enthousiasme avec lequel il parlait de cette belle application de la science semble une garantie de son impartialité dans l'appréciation qu'il fait des diverses aptitudes de la télégraphie aérienne et de la télégraphie



électrique à servir les intérêts secondaires des sociétés, ou les intérêts du premier ordre.

Voici quelques passages d'un Mémoire adressé par le docteur Jules Guyot, le 30 avril 1846, à la chambre des députés, pour défendre les télégraphes aériens, menacés de destruction par un projet de loi de l'administration, demandant un crédit de 408,650 fr. pour remplacer sur la ligne de Lille la télégraphie aérienne par la télégraphie électrique.

« Autant comme étude de physique, comme application de grand luxe à quelques besoins de vastes établissements, la télégraphie électrique est intéressante, autant elle est ridicule, on peut dire, comme moyen de gouvernement : ridicule est le mot propre, si celui qui la prône est de bonne foi et ne sait pas ce qu'il fait ; blâmable si elle est appliquée en connaissance de cause.

« Car, fonctionnât-elle dans la perfection, ce qui est loin d'être démontré, elle est sans protection possible et laisse le pouvoir à la merci des plus légères excitations populaires et des moindres caprices du premier mauvais sujet venu.

« Ayez donc, en ce moment même, un télégraphe électrique dont les fils traversent les environs de St-Etienne ou de Lyon, comme le fait la ligne de Paris à Toulon !

« Décrétez-donc, avec les fils électriques, une ligne télégraphique de Paris à Milan, de Paris à Madrid, de Paris à Vienne, comme le faisait Napoléon avec la télégraphie aérienne.

« Ayez donc à soutenir une guerre vendéenne, une invasion quelconque ! ayez à suivre les opérations d'une armée, soit qu'elle avance, soit qu'elle recule !

« Avec la télégraphie aérienne, vous suivrez vos dépêches de clocher en clocher, de postes en postes ;

« jamais le Gouvernement ne manquera de communi-
« cations avec les foyers d'incendie ou les théâtres de
« guerre.

« Que peut-on attendre de misérables fils dans de
« pareilles circonstances ?

« On ignore donc encore que la télégraphie n'a d'im-
« portance que dans les commotions des nations ! on
« ne comprend donc pas que, quand la télégraphie n'a
« d'autre besogne que de transmettre quelques détails
« administratifs ou autres, elle ne fait que dormir en
« attendant ces moments d'urgence ? et que hors ces
« moments d'urgence, ses services sont nuls, absolu-
« ment nuls. Quand tout est calme, le Gouvernement
« n'est pas plus pressé que tout le monde.

« L'administration n'a-t-elle pas répété vingt fois,
« *après nous*, que l'établissement des chemins de fer
« impliquait la nécessité de rendre les moyens télégra-
« phiques plus complets et plus rapides ? ne le dit-elle
« pas dans l'exposé des motifs de la loi présentée ? En
« disant cela tant de fois, comment n'a-t-elle pas com-
« pris que, pour dominer les chemins de fer, il fallait
« en être indépendant ? comment n'a-t-elle pas vu que,
« si, un train, deux trains envahis apportaient à l'im-
« proviste l'émeute ou l'ennemi, l'ennemi était, par
« cela même, maître du télégraphe sur toute la ligne.

« En vérité, notre nation aurait à rougir de honte si
« elle voyait ainsi renverser le sens commun et dé-
« truire, par des procédés si infirmes et des considéra-
« tions si peu fondées, les œuvres du génie. Deux des
« frères Chappe vivent encore : ils auraient dû mourir
« plus tôt ; ils n'auraient pas été témoins de ces outra-
« ges à la grande découverte à laquelle est attaché leur
« nom et qui a rendu tant de services au pays depuis
« 50 ans.

« La ligne de Lille, la première qui ait été établie,

« la première qui ait transmis au Gouvernement la nou-
« velle d'une victoire, et à l'armée les encouragements
« du Gouvernement, la ligne de Lille, première base
« de notre gloire télégraphique, monument qui de-
« vrait rester seul et le dernier debout, si toutes les li-
« gnes télégraphiques devaient être remplacées; la
« ligne de Lille remplacée, par quoi?.... par rien....
« moins que rien! par une déception!

« C'est vraiment avoir la main fatale!

« La ligne de Lille fonctionne mal, dit-on? Je le crois
« volontiers, si vous l'abandonnez; mais si vous voulez
« en rapprocher les postes, augmenter le pouvoir gros-
« sissant des lunettes, étendre les mécanismes en les
« rendant plus légers et en simplifiant leur jeu, si vous
« voulez armer ces mécanismes en télégraphie de
« nuit, si vous voulez en fortifier le personnel, per-
« fectionner les cabanes, suivre en un mot les conseils
« que vous donnait, en 1842 et en 1843, la commission
« scientifique spéciale et, en 1844, la commission de
« la Chambre des Députés, avec une somme moitié
« moindre que celle que vous demandez, cette ligne
« vous rendrait des services dix fois plus importants
« que votre ligne électrique, et ce serait au moins une
« ligne télégraphique sérieuse. . . . .
. . . .

« ..... Quoiqu'il en soit, Messieurs, que la télégraphie
« électrique fonctionne bien l'hiver et mal l'été, ou
« qu'elle fonctionne bien dans tous les temps, ce n'est
« point une télégraphie gouvernementale sérieuse, et
« le jour n'est pas loin où cette vérité vous sera pleine-
« ment démontrée.

« Cette télégraphie sera toujours subordonnée aux
« chemins de fer, et, par conséquent, elle ne sera ja-
« mais un préservatif contre ces moyens terribles de
« transport d'hommes et d'armes, et sera toujours à la

« merci des plus légères agitations, toujours à la merci « des individus.

« Il y a plus, et je rétracte ici ma première opinion « émise en 1841, elle ne pourra jamais être une télé- « graphie utile aux voies de fer: un examen approfondi « m'a démontré qu'elle ne pouvait prévenir aucun ac- « cident, que des signaux permanents et toujours visi- « bles peuvent seuls empêcher.

« Veuillez examiner en vous-même, Messieurs, quels « accidents un fil partant de Paris à Lille peut empê- « cher entre ces deux villes, et vous verrez que la télé- « graphie aérienne seule, disposée en signaux perma- « nents, visibles aux yeux des mécaniciens et conduc- « teurs de trains tout le long de la ligne, est capable « de prévenir les malheurs si fréquents et si redouta- « bles qui se produiraient sur les voies de fer.

« En un mot, la télégraphie électrique ne sera ja- « mais bonne qu'à établir une correspondance entre « deux points parfaitement gardés, en pleine paix, et « pour communiquer des nouvelles ou des ordres qui « ne peuvent choquer des tiers ou leur causer aucun « préjudice.

« Cette imbécilité de la télégraphie électrique est « tellement évidente, qu'elle a dû frapper les esprits les « plus prévenus: ainsi l'administrateur en chef des té- « légraphes, par la bouche de M. le Ministre (car M. le « ministre m'a dit à moi-même qu'en fait de télégra- « phie, il s'en rapportait à l'administrateur), sent la né- « cessité de répondre d'avance à cette objection dans « l'exposé des motifs.

« L'exposé des motifs distingue deux cas possibles « de destruction: 1° par des individus isolés, 2° par « des masses.

« Parmi les individus isolés, il ne compte que ceux « qui détruisent pour le plaisir de détruire. Certes,

« aussitôt que l'importance de la télégraphie sera con-
« nue de tout le monde, beaucoup de jeunes fous,
« beaucoup d'ivrognes, beaucoup de vagabonds coupe-
« ront, arracheront, tortilleront les fils, entraînés par
« ce penchant naturel aux esprits incultes ou indis-
« ciplinés de produire de grands effets par de petits
« moyens; mais à ce grand nombre, il faut ajouter
« les individus isolés, agissant dans un but déterminé :
« les réfractaires, les banqueroutiers frauduleux, les
« criminels de toute nature, échappant par la rapidité
« du chemin de fer à la vindicte publique, et s'assu-
« rant une avance sur la justice par la section des fils
« télégraphiques; les individus isolés agissant par ven-
« geance contre les vexations administratives méritées
« ou non méritées; enfin, les individus agissant sous
« des préoccupations politiques, espérant nuire au
« gouvernement ou servir le pays.

« A ces innombrables agents de destruction que pré-
« tend opposer le projet de loi, *le Code et quatre mè-*
« *tres de hauteur dans les fils!* j'oubliais, un terrain
« clos et une surveillance active!!

« Dans le second cas, l'exposé des motifs comprend
« les masses obéissant à des sentiments hostiles au
« gouvernement. Il oublie les invasions étrangères qui
« ont bien leur importance, puisque vous avez consacré
« 140 millions aux fortifications de Paris, et des mil-
« liards pour la défense et la protection du pays.

« Mais pour ces cas de guerre ou de troubles, les au-
« teurs du projet de loi ne veulent pas en entendre par-
« ler, et d'ailleurs, avec le Code à la main, quatre mè-
« tres de hauteur donnés aux fils, la clôture des che-
« mins de fer et une surveillance active, ces Messieurs
« suffiront à tout.

« Mais s'ils ne suffisent pas à tout? Eh bien alors, ils s'en
« iront laissant le gouvernement désarmé, la société

« surprise par le péril ; la télégraphie aérienne désor-
« ganisée, détruite, et voilà tout. Car, remarquez-le
« bien, il ne s'agit pas ici d'une expérience innocem-
« ment prolongée, il s'agit d'exécuter le parti pris de
« détruire la télégraphie aérienne, l'abandon est évi-
« dent, la destruction commence : on vous a parlé
« d'une ligne tombée en délabrement à remplacer,
« pour commencer, la ligne de Lille ; mais on parle de
« remplacer aussi la ligne de Tours, la meilleure de
« France, et si la proposition ne vous a pas été faite,
« elle ne tardera pas, sans doute, à l'être. . . . .

« .... Tout esprit sensé peut affirmer qu'un seul
« homme, en un seul jour, sans qu'on puisse l'en em-
« pêcher, pourra couper tous les fils télégraphiques
« aboutissant à Paris ; on peut affirmer qu'un seul
« homme pourra couper en dix endroits, dans les 24
« heures, les fils électriques d'une même ligne, sans
« être arrêté, ni même reconnu.

« Si l'on veut ôter à cette action tout ce qu'elle au-
« rait de blâmable pour en faire une simple expé-
« rience, il est facile de fournir la démonstration de
« cette assertion.

« L'exposé des motifs, qui tantôt proclame le main-
« tien de la paix intérieure et extérieure quand il a
« besoin de vous prouver que les fils électriques ne
« courent aucun risque, tantôt vous menace de la
« guerre et des perturbations que les chemins de fer
« peuvent apporter quand il sent la nécessité d'établir
« l'importance du télégraphe électrique et de justifier
« le chiffre du second crédit qui vous est demandé à son
« occasion. Cet exposé des motifs, dis-je, soulève une
« question :

« La télégraphie aérienne échappe-t-elle moins aux
« attaques de l'émeute que la télégraphie électrique? »

« A cette question l'exposé répond hardiment : « On « ne saurait le soutenir. »

« Vous avez vu, Messieurs, les fils du télégraphe « électrique traversant sans interruption les plaines, « les forêts, les chemins, les ponts, les viaducs : vous « avez vu leurs poteaux, vous avez vu les stationnaires « des chemins de fer disposés de deux en deux kilomè- « tres ; vous avez vu ce qu'on appelle la clôture des « chemins de fer.

« Vous avez vu d'un autre côté les tours, les tourelles « ou les cabanes des télégraphes aériens : les plus ché- « tives cabanes ont au moins une muraille et une porte ; « elles ont toujours à l'intérieur un homme vigoureux, « armé de deux fusils de munition, obligé, par le ser- « vice, de tenir sa porte solidement fermée, et de « n'ouvrir que sur un ordre de l'administration.

« Aussi vous avez déjà et tout d'abord apprécié la « réponse de l'administrateur en chef des télégraphes « quant aux individus isolés dans leurs projets de des- « truction : un individu isolé, sous une bonne adminis- « tration, *ne peut* détruire un télégraphe aérien. Per- « sonne n'oserait vous soutenir le contraire.

« L'émeute n'est pas moins impuissante à cet égard « que les individus pour quiconque connaît les ressorts « et les passions qui l'animent. Si l'émeute est sponta- « née, si c'est un mouvement d'ouvriers ou un mouve- « ment populaire sans préméditation et sans organisa- « tion préalable, quelques individus isolés pourront « chercher à la diriger au profit d'une idée ou d'un « plan particulier : ils pourront compromettre la foule « en attaquant la force ou en provoquant l'autorité par « des violences dont le point de départ se dissimule fa- « cilement : ils pourront entraîner l'ensemble vers une « poudrière, vers un magasin d'armes, vers un lieu « quelconque renfermant des moyens d'action ou des

« éléments qui sont l'objet de la haine et de la colère « publique; mais vers un télégraphe la chose est peu « probable. Pour entraîner la foule vers un pareil but, « il faudrait des raisonnements qui n'arriveraient à la « persuader qu'en la faisant réfléchir, et la réflexion « désarme l'émeute spontanée.

» Si l'émeute est le résultat d'un complot organisé : « sur six cents hommes des plus énergiquement dis« posés, en apparence, à un soulèvement et à une at« taque à main armée, vous en trouverez la moitié « qui pourraient accepter avec une joie secrète la mis« sion d'aller couper les fils du télégraphe électrique : « mais l'attaque froide, triste et obscure d'une simple « porte en chêne, derrière laquelle se trouvent un ou « deux hommes dont l'assassinat doit entrer dans les « prévisions des assaillants, s'ils ne veulent pas être si« gnalés et reconnus, non! sur six cents conjurés il ne « s'en trouverait pas quatre qui voulussent se charger « d'une pareille mission; il ne s'en trouverait pas deux « qui l'exécutassent.

« D'ailleurs, les émeutes et les complots n'éclatent « que dans les grands centres de population, là où l'ad« ministration et la force publique peuvent faire dé« fendre les postes télégraphiques qui pourraient être « menacés : jamais les émeutiers ne se transporteront « à trois lieues des villes pour y démolir un télégraphe « au milieu des champs.

« Je ne crains pas de le répéter, un individu isolé se « sent *maître absolu*, la nuit et le jour, de tous les fils « de la télégraphie électrique. Certes, pour mon « compte, je n'ai aucune envie de les détruire ni main« tenant ni plus tard; mais tout en admettant que notre « société est calme aujourd'hui, tout en reconnaissant « que son bonheur est dans le maintien de la paix in« térieure et extérieure, je ne pourrais m'empêcher de

« regarder comme un acte déplorable, comme un acte « d'idiotisme, le remplacement de la télégraphie aérienne « par la télégraphie électrique, qui réclame pour vivre « l'honnêteté, la patience et le respect de ses ennemis « même des oisifs indifférents.

Voilà quelles sont les idées du docteur Guyot sur la télégraphie. Je l'ai déjà dit, je ne suis pas solidaire de son amour enthousiaste pour les télégraphes aériens, qui, à tort ou à raison, sont détrônés par les télégraphes électriques qu'il n'est pas tout-à-fait impossible, comme semble le croire le docteur Guyot, de mettre à l'abri d'un *coup de main ;* mais il n'en était pas moins important de donner connaissance à mes lecteurs d'une opinion respectable qui s'est formée à l'étude de la science et à la pratique de l'art télégraphique.

Je vais maintenant parler des télégraphes *acoustiques* et des *télégraphes hydrauliques* qui, dans certaines circonstances, peuvent aussi rendre des services, car il ne faudrait pas croire que, partout et sous tous les rapports, un système quelconque, celui du télégraphe électrique même, puisse l'emporter sur tous les autres. Il est des cas où la préférence pourrait être donnée au système aérien, d'autres au système acoustique ou au système hydraulique, etc. ; enfin, je crois qu'il ne faut pas d'exclusion absolue et qu'il est toujours bon d'avoir, au moins, une idée de ce qui a été fait ou proposé dans l'art dont on s'occupe.

Les TÉLÉGRAPHES ACOUSTIQUES seraient, jusqu'à un certain point, la solution la plus compléte du problême, puisqu'ils seraient une parole perfectionnée, c'est-à-dire qui se fait entendre au loin, sans que l'observateur soit assujetti à rester constamment dans la même position, inconvénient, du reste, qui n'existe plus avec les télégraphes électriques.

Mais on objecte que le son ne pourrait être employé

pour transmettre des dépêches à grandes distances parce qu'il manquerait de l'intensité nécessaire, et parce que sa vitesse n'est au plus que de 340 mètres par seconde. A cet égard, je ne puis citer que l'expérience de M. Biot, qui a constaté, en profitant d'une pose de tuyaux de gaz, que le plus faible bruit, comme le battement d'une montre, s'entendait parfaitement à une distance de 951 mètres, et qui entretenait, par ces tuyaux, une conversation à voix basse. Quant à la vitesse de la propagation du son, elle est d'autant plus grande que le corps qui le transmet est plus dense; ainsi, le chiffre de 340 mètres par seconde s'applique à la vitesse du son dans l'air, mais cette vitesse n'est plus comparable si le corps qui transmet le son est solide; c'est ce qui a encore été constaté par M. Biot avec les tuyaux dont je viens de parler. Le choc d'un marteau à l'extrémité opposée de celle où se trouvait l'observateur lui envoyait deux sons, l'un transmis *très-rapidement* par le tuyau, et un second transmis ensuite par l'air. Et puis, dans l'air, dans un milieu d'une grande étendue, on conçoit que le son diminue d'intensité à mesure que les ondes sonores s'éloignent du point de centre; mais on conçoit aussi qu'il ne doive plus en être de même si la colonne d'air mise en mouvement est limitée et forme un cylindre, comme dans un tuyau dans lequel les molécules, toujours égales en nombre, peuvent transmettre, à peu près, le son avec une égale intensité. Enfin, j'ai entendu dire que la vitesse du son dans un tuyau était de 3,531 mètres par seconde.

Cependant, outre les porte-voix ou les tubes renforçants, les sifflets de navire, les trompettes-signal, le cor à incendie, le tocsin, etc., qui conviennent parfaitement au but qu'on se propose, on n'a guère utilisé la transmision du son, au moyen de tubes, que dans les grands bâtiments où, du reste, ce mode télégraphique

répond complètement aux besoins et rend de grands services.

Ce que j'ai dit relativement à la vitesse de propagation du son est encore confirmé par les expériences de M. *Beaudens*, à Marseille, et de MM. *Colladon* et *Sturm*, à Genève. Ils ont constaté que dans l'eau les sons se propageaient avec une vitesse quatre fois plus grande que dans l'air, et que même de faibles sons étaient encore perceptibles à plusieurs lieues.

Les TÉLÉGRAPHES HYDRAULIQUES, c'est-à-dire des instruments où l'eau servirait à transmettre les signaux, sont d'idée récente.

On peut se figurer, comme l'a proposé, du reste, M. Hébert, un appareil se composant d'un fil métallique toujours tendu par deux poids égaux, et que l'on fait mouvoir en soulevant l'un d'eux. Le second poids, que l'on peut appeler poids moteur, descend de toute la quantité dont le premier a été soulevé. Si chaque extrémité du fil est mis en rapport avec un tableau sur lequel sont inscrites d'avance des demandes et des réponses à transmettre, on voit le principe de l'appareil télégraphique de M. Hébert, qui n'est point un télégraphe hydraulique, mais dont je parle parce qu'il prépare à saisir le principe de celui-ci. Pour éviter les variations de longueur du fil métallique par suite des changements de température, M. Hébert ne rend les curseurs dépendants du fil qu'au moment où l'appareil doit fonctionner. Celui qui veut transmettre une demande, fixe la crémaillère au fil, et le mouvement qu'il lui imprime avertit son correspondant, par un timbre, qu'il ait à se préparer. Ce correspondant rend également l'index de son tableau dépendant du fil et le ramène au point zéro. Il indique ainsi au premier qu'il est prêt et de combien celui-ci doit déplacer son curseur pour être en rapport avec lui. Lorsque toutes les communications ne peuvent

être inscrites sur un tableau, on emploie une combinaison de chiffres qui permet d'en étendre le nombre. Les combinaisons de trente nombres, trois par trois, seraient de vingt-sept mille. Cet appareil avait été proposé pour la transmission d'ordres ou de signaux sur les chemins de fer. Il paraît que des expériences sur une longueur de 3 kilomètres ont donné des résultats satisfaisants. — Le fil métallique est supporté de distance en distance par des galets qui sont également employés pour les changements de direction que son établissement peut nécessiter.

Au lieu d'un fil métallique, que l'on se figure un tuyau rempli d'eau jusqu'à deux pistons. Si au moyen d'une manivelle et d'un engrenage, on fait descendre d'une certaine quantité le premier piston, l'autre piston montera de la même quantité. Pouvant par ce moyen placer une aiguille sur toute lettre de l'alphabet, une autre aiguille s'arrêtera sur la lettre correspondante, et ainsi l'on pourra composer tel mot que l'on voudra.

Avant de faire manœuvrer le télégraphe, l'un des employés fait sonner une clochette qui prévient l'employé à l'extrémité opposée, et l'opération n'est commencée qu'après que la clochette a sonné la réponse et que les deux pistons sont placés sur le zéro. — On se fait facilement une idée d'un mécanisme télégraphique quelconque approprié au moyen et aux besoins.

Ce système a été proposé et mis dans le domaine public, en 1827, par M. *Jobard*, de Bruxelles. Une vingtaine d'années plus tard, un Anglais, M. *Jowett*, prit une *patent* pour le même système.

M. Jowett a prouvé expérimentalement, à Derby, qu'un message peut se transmettre par son télégraphe hydraulique à une distance d'environ 2 milles, dans un temps pour ainsi dire inappréciable, et il a conclu de là qu'en faisant toutes les concessions voulues pour la fric-

tion, il ne pourrait guère y avoir que la différence d'une minute ou à peu près, si la distance, au lieu d'être de 2 milles, était de 200 ou 2000 milles.

Il est clair que si l'on étendait seulement à 10 ou 12 milles la distance à laquelle on pourrait transmettre un message *dans un temps inappréciable*, le télégraphe hydraulique serait non-seulement un puissant rival du télégraphe électrique, mais qu'il le surpasserait peut-être en utilité générale.

Je ne reproduirai pas la description de l'appareil de M. Jowett, laquelle se trouve dans le *Mechanic's Magazine* du mois de mars 1848 ; mais, au point de vue général où je me suis placé dans cet article, je me plais à faire connaître la manière dont M. Jobard répond aux différentes objections que l'on pourrait faire contre les télégraphes hydrauliques.

« *Première objection.* Il faudra un degré extraordinaire de force et un espace de temps considérable pour faire agir ce télégraphe à une grande distance.

« *Réponse.* Si un tuyau placé à travers une vallée, d'une montagne à l'autre, est rempli d'eau jusqu'à ce qu'elle soit prête de déborder, il est évident qu'en introduisant un litre d'eau en plus d'un côté, l'eau trouverait de suite son niveau. Donc, il ne faudrait ni une grande force ni un grand espace de temps pour mettre un piston en action.....

« *Deuxième objection.* La compressibilité de l'eau ne permettra pas que le second piston soit déplacé de la même quantité que le piston moteur.

« *Réponse.* Rien n'est moins établi que la compressibilité de l'eau. Les académiciens de Florence l'ont positivement niée, et les expériences plus récentes de *Davy* ont prouvé que l'eau était tout au plus compressible sous une force de plusieurs millions de livres. Encore, la compressibilité, que *Davy* supposait avoir

été démontrée, peut n'avoir été qu'apparente, soit par l'élasticité des parois des cylindres de la presse hydraulique, soit par l'entrée de l'eau dans les pores du métal, ou par les gaz contenus dans l'eau. Dans tous les cas, il est certain qu'une force 40 livres ne fera éprouver à l'eau aucune contraction sensible.

« *Toisième objection.* L'expansion et la condensation de l'eau dans les tuyaux, produites par les variations de l'atmosphère, étant accompagnées d'effets semblables sur les tuyaux mêmes, ne permettront pas la conservation d'un niveau parfait.

« *Réponse.* Les tuyaux seront enterrés à la profondeur d'environ 1 mètre ; là, ils ne seront guère affectés par les variations de la température, et si même ils l'étaient, un robinet permettrait de faire écouler le trop plein de l'eau, tandis qu'une tubulure servirait à faire arriver dans le tuyau l'eau nécessaire à le remplir. »

Il y a une objection plus grave qui empêchera, comme dit M. Jobard, M. Jowett de réussir, c'est le cas de rupture d'un des tuyaux. Comment trouver la place sans découvrir tout le tuyau d'une station à l'autre? Cette fois, M. Jobard, qui semble piqué du sans-gêne avec lequel M. Jowett s'attribue le mérite de l'invention, se contente de dire : « C'est une solution qu'il (M. Jowett) « n'a peut-être pas découverte ; elle est cependant bien « simple, puisqu'en moins de deux heures la rupture « peut être trouvée et réparée. » Mais M. Jobard la laissera chercher pendant quelque temps encore aux amateurs, qui la trouveront quand ils sauront qu'elle existe.

Avenir de la Télégraphie électrique

D'après MM. Breguet, membre du bureau des longitudes, et V. de Séré, directeur du télégraphe à la gare du Nord.

En regard des idées du docteur Guyot, j'en soumets maintenant à mes lecteurs qui plaident bien haut en faveur de la télégraphie électrique, et que je trouve dans une brochure publiée en 1849, par MM. Breguet et V. de Séré, qui, après avoir exposé l'état actuel de la télégraphie électrique, cherchent à prévoir ce que ce système pourra réaliser dans une dizaine d'années :

***Application de la télégraphie électrique, avec une vitesse de cent signaux par minute, sur le réseau électrique qui comprend la France entière en* 1860.**

« Dix ans se sont donc écoulés, et la télégraphie électrique s'est étendue dans toute la France, dans plus de trois cents de ses villes principales.

« Elle s'est organisée et perfectionnée ; elle ne transmet plus avec une vitesse de 20 à 30 signaux par minute, mais bien avec cette vitesse de 100 ***signaux par minute que nous avons déjà obtenue en*** **1849**, ***avec deux employés, l'un dictant, l'autre écrivant les lettres.***

« Ce n'est pas tout encore. Il existe aujourd'hui, en 1849, des machines qui ***impriment*** plus de trente lettres par minute ; ce n'est donc point trop exiger d'une machine que de fixer sa puissance d'impression électrique à 100 lettres par minute, en 1860.

« La télégraphie s'est donc transformée en une ***imprimerie à distance***, dont la force d'impression est de 100 lettres par minute, ce qui porte la puissance de

transmission d'un télégraphe ou d'un fil de 5,000 mots à 25,000 mots par jour.

« Telle est la force de transmission qu'il faut appliquer aux divers services publics et privés que nous n'avons fait qu'indiquer précédemment, et qu'il est permis de supposer parfaitement organisés en 1860.

« Malgré cet accroissement énorme de puissance, ce n'est plus cinq fils que l'on donne à toutes les lignes, mais dix ou quinze fils.

Journaux électriques.

« Le *journal électrique* n'a plus une influence restreinte, il s'imprime dans tous les chefs-lieux de départements, et plus de deux cents villes encore, si l'intérêt des populations le réclame.

« Un seul télégraphe porte de Paris aux trois cents villes 25,000 mots d'impression par jour.

« Un second télégraphe fait converger des trois cents villes vers Paris 25,000 nouveaux mots d'impression.

« Un troisième fil supplémentaire assure le service et prévoit les accidents possibles.

« Ainsi trois télégraphes assurent grandement 50,000 mots par jour à la publicité. Le journal contient donc toutes les nouvelles politiques et commerciales de l'intérieur du pays et de l'extérieur, les travaux, les votes, les discours des assemblées délibérantes, les annonces judiciaires, les *annonces* de l'intérieur et même de l'extérieur dans l'intérêt des particuliers, etc.

« Nous ne pouvons nous défendre ici d'une certaine hésitation et d'un grand étonnement. Il suffit donc de trois fils ou trois télégraphes pour doter la France d'une presse nouvelle, non plus au service des partis, mais au service de tous, donnant à la France entière

l'histoire de la journée dans toute la rigueur du mot, c'est-à-dire avec la rigidité, le calme et l'inflexibilité de l'histoire.

« Les journaux s'impriment à la même heure à Paris et dans les départements. Il n'y a donc plus alors de presse parisienne et de presse départementale, mais une presse unique véritablement française et nationale, la plus véridique possible, la plus instructive pour les populations, la plus désirable enfin comme l'expression la plus vraie des besoins et des vœux du pays (1).

Poste électrique.

« Telle que nous l'avons considérée déjà sur une ligne de cinq fils, la poste électrique dispose ici d'une force de transmission imposante. Le nombre des dépêches ou lettres qu'elle peut envoyer dans toutes les directions s'élève de 51,250 à cinq fois ce nombre, ou 306,250 (un peu plus de deux millions et demi de mots) par jour.

« C'est donc plus de 300,000 dépêches par jour que le public peut utiliser et faire servir à toutes les affaires d'intérêt privé (2).

« Ainsi se trouve réalisée, sur une grande échelle et dans l'intérêt des particuliers, cette suppression des distances qu'on se borne à désirer maintenant pour les affaires les plus importantes, et qui est devenue, en 1860, un besoin impérieux pour toute chose utile ou sérieuse, futile ou agréable.

(1) Cette ère nouvelle, qui se lève pour le journalisme, exigera probablement, après quelques années d'expériences, une loi de l'Etat pour régler ce nouveau genre de publicité.

(2) C'est par an plus de 109 millions de lettres.

« Il importe de remarquer l'activité que la poste électrique imprime à toutes les affaires, aux relations du monde et d'amitié comme aux relations de parenté et de famille ; et surtout les bienfaits qu'elle rend à l'humanité, en venant diminuer ces heures d'incertitude et d'attente, ces angoisses terribles que l'éloignement nous fait si cruellement ressentir dans une foule de circonstances (1).

« La poste électrique fonctionne donc en 1860 avec cinq fils ou cinq télégraphes, plus deux fils supplémentaires, et donne au Trésor public des recettes importantes.

Administration intérieure.

« ***L'administration du pays*** qui, à la tête du mouvement général, l'a conduit avec sagesse et réglé avec prudence, s'est encore réservé pour son usage cinq fils ou cinq télégraphes, plus deux fils supplémentaires.

« Elle dispose donc de deux millions et demi de mots par jour, pour les besoins du service.

« Elle a adopté des formes nouvelles, et transmet par le télégraphe la plus grande partie des affaires, en se servant avec intelligence du langage secret et du langage alphabétique. Elle a donné l'impulsion aux correspondances télégraphiques en les faisant connaître et apprécier par un usage particulier.

« Devançant le mouvement au lieu d'être entraînée par lui, elle est arrivée à constituer un immense bureau télégraphique qui expédie sur l'heure toutes les affaires de Paris pour la province et de la province pour Paris.

« C'est ainsi qu'elle s'est emparée de cette singulière

(1) Telles sont les maladies graves de nos parents et de nos amis, les nouvelles qui influent sur notre avenir et notre fortune, etc.

puissance de mettre en quelque sorte Paris en province et la province dans Paris.

« La France a donc obtenu une centralisation plus puissante que jamais, mais perfectionnée de telle sorte que ses effets, se faisant sentir à l'heure même sur toute l'étendue du territoire, réalisent une *décentralisation véritable*, avec tous les avantages de l'unité du pouvoir.

« Il est difficile de contester maintenant que la télégraphie électrique est devenue un des plus sûrs garants de l'ordre, de la tranquillité et de la sécurité publique. Désormais l'erreur et le mensonge, qui servent trop souvent à égarer les populations, à bouleverser la société, deviennent impossibles. Ils ne peuvent pénétrer nulle part sans y trouver le télégraphe électrique prompt comme la foudre et faisant briller le flambeau de la vérité pour les couvrir de ténèbres et de confusion.

« L'histoire de nos soixante dernières années nous donne la mesure de l'importance des résultats qu'il est facile d'obtenir avec une ligne de 15 à 20 fils résumant tous les avantages que nous venons de signaler (1).

Relations de peuple à peuple.

« Il est permis de croire qu'en 1860 la plus grande partie des capitales de l'Europe seront reliées entre elles par des chemins de fer et par des lignes électriques. Dès ce moment toutes les considérations précé-

(1) Tout ce qui précède repose sur des données certaines que l'expérience a confirmées. *Cette vitesse de 100 signaux par minute est possible dès-aujourd'hui* avec un personnel suffisant.

On dépensera plus d'un milliard pour la construction des chemins de fer, et il ne faut pas dix millions pour l'établissement de la télégraphie électrique en France.

dentes se généralisent de peuple à peuple pour s'étendre sur l'Europe entière.

« Ce sera surtout un avantage précieux pour les gouvernements de pouvoir communiquer sur l'heure de capitale en capitale, et de traiter, par le langage secret de la télégraphie ou par un *langage chiffré*, connu d'eux seuls, les affaires diplomatiques, les questions les plus épineuses de la politique, les secrets de l'Etat, et tout ce qui se rattache enfin au repos du monde et à la conservation de la civilisation.

« Nous voyons aujourd'hui le mouvement que la vapeur imprime à l'univers entier ; ce mouvement semble le précurseur de celui que le télégraphe électrique annonce déjà de manière à frapper tous les esprits ; c'est, en effet, l'application aux besoins des sociétés modernes d'*une imprimerie nouvelle, instantanée, qui annule les distances* et se complète de l'imprimerie ancienne (1).

Perfectionnements possibles du télégraphe électrique et aperçu des changements de mœurs et d'habitudes qu'ils semblent faire pressentir.

« Nous avons jusqu'à présent rejeté avec soin tout écart d'imagination ; nous nous sommes renfermés d'abord dans les étroites limites d'une expérience de quatre années, en ne considérant qu'une vitesse moyenne de 20 signaux par minute ; nous avons ensuite limité jusqu'en 1860 la vitesse de l'imprimerie électrique

(1) Il n'est pas sans intérêt de remarquer que l'usage de la vapeur et de la télégraphie aérienne a été utilisé à peu près à la même époque, au commencement du siècle. Ces deux découvertes ont grandi ensemble, et dès aujourd'hui on ne comprend plus une voie de fer sans une ligne électrique.

à 100 lettres par minute. Le moment est donc venu de rechercher quelle peut être cette vitesse un jour.

« Ce qui frappe le plus, lorsqu'on pratique la télégraphie électrique, c'est l'insuffisance de l'homme, paralysant une vitesse inouïe, qu'il tient déjà captive, mais qu'il doit limiter pour la rendre utile (1).

« La vitesse de la télégraphie électrique telle qu'elle existe aujourd'hui, ne peut dépasser une certaine limite, car l'œil qui doit distinguer les signaux et la main qui doit les écrire s'opposent à une grande vitesse.

« Mais déjà l'imprimerie électrique existe et laisse un vaste champ ouvert aux perfectionnements et à l'imagination, avant d'arriver aux limites du possible.

« On comprend, en effet, une machine qui imprime 100,200,500, même 1,000 lettres par minute.

« Un télégraphe imprimant 200 lettres ou 40 mots par minute, donne 2,400 mots par heure.

« *C'est transmettre par le télégraphe aussi vite et plus vite que l'on écrit.*

« Un télégraphe imprimant 200 lettres ou 60 mots par minute, donne 3,600 mots par heure.

« C'est transmettre par le télégraphe *aussi vite que l'on parle.*

« Rien n'empêche donc de comprendre et même d'attendre des perfectionnements qui donneront aux transmissions télégraphiques, d'abord la vitesse de l'écriture ordinaire, et, plus tard, la vitesse de la parole (2).

(1) La vitesse présumée du courant électrique est de 80 à 90,000 lieues par *seconde.* (Voir à ce sujet les *Recherches de MM. Fizeau et Gounelle,* page 186.)

(2) Dans la pratique on n'aura pas besoin de 200 ou de 300 lettres par minute, car on peut créer un langage abrégé reproduit par le télégraphe; supposer une grande habileté aux agents télégraphiques pour le jeu de la machine et une excellente mémoire fortifiée par l'usage journalier de la langue abrégée.

« A cet énoncé, la pensée elle-même s'étonne et se re-
ɪse presque à suivre cette vitesse merveilleuse, qui
eut la transporter instantanément dans tous les points
u globe avec la rapidité de la parole.

« Le siècle qui donnera naissance à ce perfectionne-
ɑent et qui saura la généraliser, différera autant par
es mœurs et ses habitudes du siècle où nous vivons,
[ue notre civilisation diffère de la civilisation du XVIe
iècle.

« Toutes les hypothèses sont donc permises et un
:hamp immense est ouvert à toutes les imaginations.

« La première pensée de chacun se porte déjà sur ces
:onversations que le télégraphe permet d'établir entre
Paris, Londres, Bruxelles, Vienne, Berlin et Saint-Pétersbourg, tout aussi facilement que l'on cause aujourd'hui dans un salon ; sur un langage télégraphique abrégé, commun à tous les peuples, et faisant partie de l'éducation de la jeunesse (1).

« La télégraphie électrique semble donc avoir pour mission d'abattre les barrières qui séparent les peuples entre eux, et de les rendre tous solidaires d'une même civilisation. Faisons des vœux pour que cette civilisation, sans cesse victorieuse de sa lutte contre la barbarie, poursuive de siècle en siècle sa marche progressive, propage les idées saines et morales, et diminue progressivement les maux de l'humanité. »

(1) L'impression alphabétique du télégraphe reproduit les lettres ordinaires; elle n'a donc rien de secret, pas plus que la manière abrégée dont on peut s'en servir.

Ces abréviations étant portées à la connaissance du public, simplifieraient grandement le travail. Au lieu de copier les dépêches, il suffirait de remettre simplement les *imprimés obtenus par le télégraphe.*

Chacun pourrait alors traduire et lire les lettres qu'il reçoit, comme on lit aujourd'hui les lettres ordinaires.

RECHERCHES

SUR LA VITESSE DE LA PROPAGATION DE L'ÉLECTRICITÉ,

Par MM. H. FIZEAU et E. GOUNELLE.

Jusque dans ces derniers temps, toutes les tentatives faites pour connaître la vitesse avec laquelle l'électricité se propage avaient été infructueuses. En 1834, M. *Wheatstone* a donné la description d'une méthode fondée sur les propriétés d'un miroir tournant avec une grande rapidité, et au moyen de laquelle il a pu rendre sensible et évaluer cette vitesse. D'après M. *Wheatstone*, l'électricité se propage dans un fil de cuivre avec une vitesse de 460,000 kilomètres par seconde ; cette vitesse est une fois et demie plus grande que celle de la lumière. En 1849, il a été fait, en Amérique, de nouvelles recherches sur ce sujet par M. *Walker*. Des expériences avaient été entreprises pour faire servir les télégraphes électriques à la détermination des différences de longitude, et l'on s'aperçut bientôt que la durée de la transmission des signaux n'était pas négligeable, et qu'elle indiquait une vitesse de propagation beaucoup plus faible que celle qui avait été trouvée par M. *Wheatstone*. M. *Walker* trouve, en effet, pour cette vitesse, 18,700 milles ou 30,000 kilomètres. Ce nombre est quinze fois plus faible que le précédent. Quoique la méthode de M. Walker soit sujette à plusieurs objections, il est difficile de ne pas considérer ses expériences comme indiquant que la vitesse est très différente de celle qui a été trouvée par M. *Wheatstone*.

Les recherches de MM. Fizeau et Gounelle ont été faites par une méthode différente des deux précédentes.

Le principe sur lequel elle repose consiste à interrompre un courant à des intervalles de temps très-rapprochés et simultanément dans deux points très éloignés d'un conducteur, et à observer sur un galvanomètre les déviations produites, lesquelles varient avec le nombre des interruptions, et deviennent maximum pour un certain nombre d'interruptions et minimum pour un autre.

Ces expériences ont été faites sur les fils des télégraphes électriques de Paris à Rouen et de Paris à Amiens, dont il a été permis à MM. Fizeau et Gounelle de disposer à plusieurs reprises, grâce à l'extrême obligeance de M. *Lemaître* et de M. *Foy*, successivement administrateurs en chef des lignes télégraphiques. Les deux fils de chacune de ces lignes pouvaient être réunis à Rouen et à Amiens, et présentaient ainsi des conducteurs d'une longueur énorme, dont les extrémités aboutissaient à une même salle du ministère de l'intérieur. Pour la ligne d'Amiens, on avait ainsi une longueur de 314 kilomètres ; pour celle de Rouen, 288. La première est construite en fil de fer ; la seconde pour un tiers environ en fil de fer et pour les deux tiers en fil de cuivre. Cette circonstance, fort heureuse pour les recherches en question, a permis de reconnaître que la vitesse n'est pas la même dans des conducteurs différents. Les interruptions étaient produites de la manière suivante : une roue en bois de 50 millimètres portait sur sa circonférence trente-six divisions égales, dix-huit de platine et dix-huit de bois, alternant entre elles. Cette roue était montée sur l'axe d'une machine rotative de M. *Froment*, dans laquelle un compteur permet de mesurer la vitesse. Des lames de platine disposées par paires, et isolées entre elles, venaient s'appuyer sur les divisions ; chaque paire formait ainsi un interrupteur distinct. Les uns et les autres pou-

vaient être réglés de manière à produire des interruptions concordantes ou alternatives. L'expérience a été disposée de plusieurs manières : la meilleure consiste dans l'emploi d'un galvanomètre différentiel ou à deux fils, et de trois interrupteurs A, B, C. Ces derniers sont réglés de manière que A alterne avec B, et concorde avec C.

Soit une pile en communication avec la terre par un de ses pôles, par l'autre avec A, puis avec un des fils du télégraphe ; les deux fils étant réunis à l'autre extrémité de la ligne, le courant revient par l'autre fil : ce dernier est mis en communication avec B et avec C, chacun de ceux-ci avec un des fils du galvanomètre, enfin chacun de ces fils avec la terre. Le courant peut ainsi se rendre à la terre par deux chemins qui sont alternativement ouverts ou fermés ; et suivant que le passage a lieu par l'un ou par l'autre, l'aiguille du galvanomètre est déviée en sens contraire. Pendant la rotation de la roue, il ne passe dans le galvanomètre que des courants discontinus ; mais l'on sait, d'après les expériences de M. *Pouillet,* que, lorsque les interruptions se succèdent rapidement, l'aiguille est déviée d'une manière stable comme si le courant était continu. Dans cette disposition, la vitesse de propagation est révélée par des changements périodiques dans les déviations correspondantes à des vitesses de rotation de plus en plus grandes ; mais les périodes ne sont pas toutes semblables : la deuxième est moins marquée que la première ; la troisième est à peine sensible. Pour la ligne d'Amiens, la première période avait lieu avec une vitesse de 9 tours par seconde ; pour la ligne de Rouen, avec une vitesse de 13 tours 58.

Les expériences qui ont été faites par cette méthode conduisent aux conclusions suivantes :

1° Dans un fil de fer, dont le diamètre est de 4 mil-

limètres, l'électricité se propage avec une vitesse de 101,710 kilomètres par seconde; soit 100,000 kilomètres ;

2° Dans un fil de cuivre, dont le diamètre est de $2^{mm}5$, cette vitesse est de 177,722 kilomètres : soit 180,000 kilomètres ;

3° Les deux électricités se propagent avec la même vitesse ;

4° Le nombre et la nature des éléments dont la pile est formée, et par conséquent la tension de l'électricité et l'intensité du courant, n'ont pas d'influence sur la vitesse de propagation ;

5° Dans des conducteurs de nature différente, les vitesses ne sont pas proportionnelles aux conducteurs électriques ;

6.° Lorsque les courants discontinus se propagent dans un conducteur, ils éprouvent une diffusion en vertu de laquelle ils occupent un espace plus grand au point d'arrivée qu'au point de départ ;

7° La vitessse de propagation paraît ne pas varier avec la section des conducteurs; les expériences de MM. Fizeau et Gounelle leur font considérer ce principe comme très-probable ;

8° Si ce principe est vrai, la vitesse de propagation ne change qu'avec la nature du conducteur, et les nombres qui sont donnés représentent les vitesses absolues dans le fer et dans le cuivre.

Télégraphe électrique sous-marin entre Douvres et Calais.

J'ai inséré (page 112) une note, d'après une lettre de M. Walker, qui me fait un devoir de reproduire les renseignements suivants sur le fil sous-marin entre la France et l'Angleterre :

On écrit de Douvres, mardi soir (28 août 1850) :

« Les opérations pour établir une communication au moyen d'un télégraphe électrique entre la Grande-Bretagne et le continent ont commencé ce matin dans notre port. A une heure, le steamer *Goliath*, chargé de tous les appareils nécessaires et monté par un équipage de 30 hommes, sous la surveillance du docteur Reid, de la chambre des communes, et de MM. T. Crampton, et C.-J. Wadaston, ingénieurs civils, était prêt à prendre la mer. Entre les deux roues du bâtiment était disposé un tambour de 15 pieds de long sur 7 de diamètre, pesant 7 tonneaux (7,000 kilos) et solidement fixé. Sur ce tambour était enroulé un fil métallique enveloppé d'une gaîne de gutta-percha et d'une longueur d'environ 30 milles. Le cap Grinez, le point du continent le plus rapproché de la côte anglaise, entre Calais et Boulogne, et que l'on veut relier à notre île, en est séparé par une distance de 21 milles ; de sorte qu'il restait 9 milles de fil conducteur pour compenser le défaut de tension.

« On avait calculé que l'on ferait 5 milles en dévidant le fil métallique que des jumelles de plomb d'un poids de 20 à 25 livres auraient entraîné au fond de la mer. En outre, le capitaine Bultock, du steamer de S. M. *Widgeon*, avait fait jalonner une ligne droite, autant que possible, au moyen de bouées surmontées d'un pavillon, et il devait suivre l'expérience sur son vapeur en qualité d'allége. Tout était prêt, les fils conducteurs, de leur point de départ placé sur le quai du port, traversaient le cap, d'où ils descendaient par une pente de 194 pieds au-dessus du niveau de la mer, lorsqu'une forte houle étant venue à s'élever, les ingénieurs ont pensé qu'il ne serait pas prudent de tenter l'entreprise, et l'opération a été renvoyée à mercredi quatre heures du matin, si le temps le permet. Toute-

fois, des expériences faites sur une courte échelle (un mille) démontrent, dès à présent, que le procédé que l'on a adopté est praticable. »

On lit dans le *Morning-Post* du 29 :

« Mercredi soir.

« L'intéressante opération du jet à la mer du conducteur a commencé ce matin à dix heures et demie. Le *Goliath*, parti du quai du Gouvernement, a dévidé son fil métallique, épais d'un dixième de pouce, et renfermé dans une gaîne de gutta-percha. La partie (d'environ 300 mètres) qui ne plonge pas dans la mer, est renfermée dans un tube de plomb, pour la protéger contre les frottements. Le steamer a continué son opération sur le pied de trois ou quatre milles à l'heure, en se dirigeant en ligne droite vers le cap Grinez.

A environ huit heures du soir, la communication était accomplie, ainsi que le prouve la dépêche télégraphique suivante, reçue à Douvres :

« Cap Grinez, côte de France, 8 heures. 1/2
du soir,

« Le *Goliath* est arrivé sain et sauf, et le fil conducteur sous-marin, dont l'extrémité est à Douvres, aboutit à la falaise. Pour la première fois, la France et l'Angleterre peuvent échanger des compliments au travers et au moyen des profondeurs du détroit. »

Ainsi dorénavant lorsque le service sera organisé, que la malle française arrive ou n'arrive pas à Douvres en temps opportun, on pourra toujours savoir à Londres les nouvelles de Paris et les prix de clôture de la Bourse à l'aide d'un messager qui défie l'espace et le temps.

Le *Standard* ajoute ces détails :

« La plus grande difficulté que les ingénieurs s'attendaient à trouver dans le jet du fil conducteur, était à

un point situé au milieu du détroit. C'est une profonde vallée sous-marine, bornée dans la longueur du canal par deux crêtes que les Français appellent le Colbart et la Varne. Ces montagnes s'étendent l'une à une distance de 17 et l'autre de 12 milles. L'immense gouffre qu'elles circonscrivent est surtout redouté des marins, à cause de ses sables mouvants, où l'on est exposé à perdre ses ancres, filets, etc. Cependant on a heureusement, à ce qu'il paraît, surmonté cet obstacle, et le fil a été, pense-t-on, déposé à une profondeur qui le met à l'abri des ancres des navires, des engins de pêche et des monstres marins. Toutefois, il sera curieux de savoir comment il pourra résister à la violence des cou rants et des commotions dont ces sortes de vallées sont censées le siége.

TÉLÉGRAPHES DE M. FROMENT.

Extrait des comptes-rendus de l'Académie des Sciences.

(Séance du 6 mai 1850.)

« M. Pouillet présente à l'Académie un télégraphe « de M. Froment; cet appareil est un de ceux que « l'administration des télégraphes a demandés, il y a « quelques mois, à cet habile artiste. Ce qui le distin- « gue, c'est qu'il écrit la dépêche, non pas en lettres, « mais en signes, au moyen d'un crayon qui se taille « en écrivant, parce qu'il tourne sur lui-même en « même temps qu'il exécute son mouvement de va et « vient; le crayon est mû d'une manière directe et sans « intermédiaire par l'armature de l'électro-aimant et « peut exécuter jusqu'à trois ou quatre mille vibrations « simples par minute.

« Le premier modèle de ce genre a été construit par
« M. Froment, il y a plusieurs années, à la demande
« de M. Pouillet et sur ses indications ; M. Pouillet l'a
« fait fonctionner dans ses cours publics du conserva-
« toire des Arts et Métiers depuis l'année 1845. »

La vitesse de transmission de ce bel instrument étant plus grande que celle avec laquelle l'opérateur peut faire tourner le cadran qui sert à former les signaux, M. Froment y a fait une addition qui permet d'en rendre la maneuvre encore plus expéditive.

La dépêche est composée d'avance en signaux télégraphiques découpés sur une bande de papier à l'aide d'une machine spéciale à clavier.

Cette bande de papier ainsi préparée est livrée à l'appareil transmetteur qui de lui-même met en jeu l'appareil écrivant placé à l'autre station, et cela avec toute la rapidité que ce dernier comporte.

Dans les télégraphes qui, n'étant pas placés entre les mains d'agents spéciaux, sont mis plus directement au service des particuliers et des compagnies de chemins de fer; l'extrême rapidité de la transmission ne compense pas les inconvénients de la traduction de la dépêche en signes télégraphiques.

Pour les applications de ce genre, M. Froment a construit un autre télégraphe où l'aiguille qui indique les lettres de la dépêche est dirigée par un appareil transmetteur d'une disposition nouvelle.

C'est un clavier semblable à celui des pianos et dont chaque touche porte une lettre ou un chiffre; il suffit de poser le doigt sur une des touches pour que l'aiguille de l'autre station vienne se fixer sur le signe correspondant.

La main la moins exercée peut envoyer une dépêche en touchant sur le clavier les lettres qui la composent,



sans craindre d'erreur provenant de l'appareil. Une touche frappée mal à propos n'amène aucune altération dans les signes suivants, et la disposition mécanique est telle que l'on peut promener au hazard et tant qu'on veut les doigt sur le clavier sans introduire le moindre désaccord entre les appareils.

FIN.

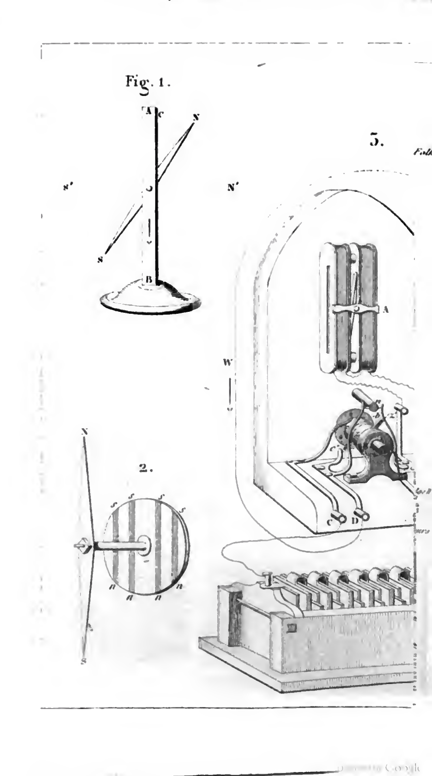
TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

APPENDICE.

FIN DE LA TABLE.

TROYES. — TYP. CARDON.


Fig. 1.
A
C
N
S'
O
N'
S
B
2.
N
S
s
n
3.
A
W
C
D

10.

E

Douvres

Pt de Folkst

E

Deal

Sandwich

Stour R.

Ramsgate

E

Canterbury

Chilham

Minster

Ashford

Margate

Hythe

Pluckley

Headcorn

Staplehurst

Marsden

East Farleigh

Maidstone

Wateringbury

Paddock Wood

Habitation du directeur

Tunbridge W.

Tonbridge

Laboratoire

Aiguilleurs

Penshurst

Edenbridge

Godstone

Rochester

Gravesend

Northfleet

Greenhithe

Dartford

Erith

Abbey Wood

Woolwich

Charlton

Blackheath

Lewisham

Observatoire Royal

Canal de Surry

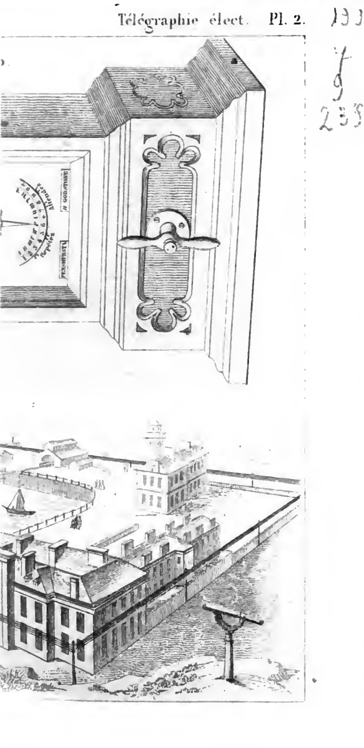
Plate forme

LONDRES

Bricklayers Arms

Reigate

Tunnel



ENCYCLOPÉDIE-RORET.

2 7

COLLECTION
DES
MANUELS-RORET
FORMANT UNE
ENCYCLOPEDIE
DES SCIENCES ET DES ARTS,
FORMAT IN-18;

Par une réunion de Savans et de Praticiens;

MESSIEURS

AMOROS, ARSENNE, BIOT, BIRET, BISTON, BOISDUVAL, BOITARD, BOSC, BOUTEREAU, BOYARD, CAHEN, CHAUSSIER, CHEVRIER, CHORON, CONSTANTIN, DE GAYFFIER, DE LAFAGE, P. DESORMEAUX, DUBOIS, DUJARDIN, FRANCŒUR, GIQUEL, HERVÉ, HUOT, JANVIER, JULIA-FONTENELLE, JULIEN, LACROIX, LANDRIN, LAUNAY, LEDHUY, Sébastien LENORMAND, LESSON, LORIOL, MATTER, MINÉ, MULLER, NICARD, NOEL, Jules PAUTET, RANG, RENDU, RICHARD, RIFFAULT, SCRIBE, TARBÉ, TERQUEM, THIÉBAUT DE BERNEAUD, THILLAYE, TOUSSAINT, TREMERY, TRUY, VAUQUELIN, VERDIER, VERGNAUD, YVART, etc.

Tous les Traités se vendent séparément, 300 volumes environ sont en vente; pour recevoir franc de port chacun d'eux, il faut ajouter 50 centimes. Tous les ouvrages qui ne portent pas au bas du titre *à la Librairie Encyclopédique de Roret* n'appartiennent pas à la *Collection de Manuels-Roret*, qui a eu des imitateurs et des contrefacteurs (M. Ferd. *Ardant*, gérant de la maison *Martial Ardant frères*, à Paris, et M. *Renault* ont été condamnés comme tels.)

Cette Collection étant une entreprise toute philantropique, les personnes qui auraient quelque chose à nous faire parvenir dans l'intérêt des sciences et des arts, sont priées de l'envoyer franc de port à l'adresse de M. le *Directeur de l'Encyclopédie-Roret, format in-18*, chez M. RORET, libraire, rue Hautefeuille, n. 12, à Paris.

34

— *Imp. de Pommeret et Moreau*, 17, *quai des Augustins.*

NOUVEAU COURS COMPLET D'AGRICULTURE DU 19 SIÈCLE, par les *membres de la section d'agriculture de l'Institut.* 16 vol. in-8. ornés de figures (ensemble de plus de 8,800 pages). Prix, 56 fr.

TRAITÉ DES ARBRES ET ARBUSTES, par *Duhamel, Mirbel, Poiret, Loiseleur-Deslongchamps.* 7 vol. in-folio, orné de 500 planches. Prix, jésus vélin, pl. coloriées, 450 fr.

